tre, une *moelle* assez abondante et, à la périphérie, des *faisceaux libéro-vasculaires* en plusieurs rangées, généralement deux, plus ou moins concentriques. La moelle est formée de cellules arrondies assez semblables au parenchyme cortical, mais de dimensions un peu moindres. Quant aux faisceaux vasculaires ils se composent d'un liber médian plus ou moins arrondi et d'un bois périphérique, le tout entouré d'une gaine de fibres.

Modification de cette structure générale. — Mes recherches ont porté sur les espèces suivantes : *C. acuta*, *Buxbaumii*, *cyperoides*, *depauperata*, *digitata*, *dioica*, *disticha*, *glauca*, *hirta*, *leporina*, *ligerica*, *limosa*, *muricata*, *pilulifera*, *pseudo-Cyperus*, *remota*, *riparia*, *silvatica*, *stellulata*, *Schreberi*, *vesicaria* et *vulpina*.

Nous allons étudier les diverses modifications rencontrées dans les rhizomes de ces espèces.

Écorce. — *L'assise lignifiée sous-épidermique* peut être plus ou moins épaisse et comprendre un plus ou moins grand nombre d'assises cellulaires, cela dépend des conditions extérieures. D'autre part, au point de départ d'une écaille, cette assise peut être peu marquée ou même nulle.

Le *parenchyme cortical* qui vient ensuite peut se présenter sous deux aspects différents. Dans les *C. silvatica*, *digitata*, *glauca*, *leporina*, etc., nous le trouvons composé, comme dans le *C. panicea*, de cellules arrondies, ou plus ou moins polygonales, serrées les unes contre les autres de façon à ne laisser entre elles que de petits méats. Dans les *C. hirta*, *vesicaria*, *disticha*, au contraire, les cellules qui les composent s'écartent les unes des autres et forment des files circonscrivant des canaux aérifères plus ou moins considérables. Cependant sous l'influence de circonstances extérieures ces canaux aérifères peuvent, sans cesser d'exister, devenir moins visibles : ainsi un *C. hirta* recueilli dans un endroit sec présentait moins ce caractère qu'un autre ayant poussé à l'humidité. De plus sous l'influence de certaines actions, mais surtout de l'âge, ces deux espèces de

QK1
.R44
1891
v.3

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

3

TOME TROISIÈME

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

1891

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

1891

tre, une *moelle* assez abondante et, à la périphérie, des *faisceaux libéro-vasculaires* en plusieurs rangées, généralement deux, plus ou moins concentriques. La moelle est formée de cellules arrondies assez semblables au parenchyme cortical, mais de dimensions un peu moindres. Quant aux faisceaux vasculaires ils se composent d'un liber médian plus ou moins arrondi et d'un bois périphérique, le tout entouré d'une gaine de fibres.

Modification de cette structure générale. — Mes recherches ont porté sur les espèces suivantes : *C. acuta*, *Buxbaumii*, *cyperoides*, *depauperata*, *digitata*, *dioica*, *disticha*, *glauca*, *hirta*, *leporina*, *ligerica*, *limosa*, *muricata*, *pilulifera*, *pseudo-Cyperus*, *remota*, *riparia*, *silvatica*, *stellulata*, *Schreberi*, *vesicaria* et *vulpina*.

Nous allons étudier les diverses modifications rencontrées dans les rhizomes de ces espèces.

Écorce. — *L'assise lignifiée sous-épidermique* peut être plus ou moins épaisse et comprendre un plus ou moins grand nombre d'assises cellulaires, cela dépend des conditions extérieures. D'autre part, au point de départ d'une écaille, cette assise peut être peu marquée ou même nulle.

Le *parenchyme cortical* qui vient ensuite peut se présenter sous deux aspects différents. Dans les *C. silvatica*, *digitata*, *glauca*, *leporina*, etc., nous le trouvons composé, comme dans le *C. panicea*, de cellules arrondies, ou plus ou moins polygonales, serrées les unes contre les autres de façon à ne laisser entre elles que de petits méats. Dans les *C. hirta*, *vesicaria*, *disticha*, au contraire, les cellules qui les composent s'écartent les unes des autres et forment des files circonscrivant des canaux aérifères plus ou moins considérables. Cependant sous l'influence de circonstances extérieures ces canaux aérifères peuvent, sans cesser d'exister, devenir moins visibles : ainsi un *C. hirta* recueilli dans un endroit sec présentait moins ce caractère qu'un autre ayant poussé à l'humidité. De plus sous l'influence de certaines actions, mais surtout de l'âge, ces deux espèces de

REVUE GÉNÉRALE

DE

OTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 janvier 1891

N° 25

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1891

Pages

I. — DÉVELOPPEMENT DES TÉGUMENTS DE LA GRAINE (avec planches), par **M. Marcel Brandza** 1

II. — ÉTUDE ANATOMIQUE D'UNE ASCIDIE DE CHOU (avec figures dans le texte), par **M. William Russell** 33

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA CLASSIFICATION ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE publiés en 1888 et 1889, par **M. A. Masclef** (*suite*) 43

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 1. — *Développement du tégument des graines* (*Légumineuses, Joncées, Aroïdées*).

PLANCHE 2. — *Développement du tégument des graines* (*Iridées, Liliacées*).

Cette livraison renferme en outre 5 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

DÉVELOPPEMENT
DES
TÉGUMENTS DE LA GRAINE

Par M. Marcel **BRANDZA**.

INTRODUCTION

Je me suis proposé, dans ce travail, de suivre les modifications que subissent les téguments de l'ovule et le nucelle pendant la maturation de la graine. On sait que l'on ne retrouve pas toujours à la fois dans la graine mûre les téguments et le nucelle ; une partie de ces tissus peut être résorbée ou digérée par l'embryon en voie de développement. La persistance des deux enveloppes ovulaires n'est même regardée actuellement que comme une très rare exception. Nous verrons, à ce propos, qu'il est loin d'en être ainsi. En tout cas, cette étude restait à faire, car la plupart des anatomistes qui ont traité cette question se sont contentés, jusqu'ici, d'envisager les deux cas extrêmes. Ils ont examiné, d'une part, l'ovule jeune et, d'autre part, la graine mûre, mais aucun d'eux ne s'est préoccupé d'observer la disparition progressive de ces parties dont ils admettent l'absence à la fin de la maturation de la graine. Il était donc nécessaire, avant d'admettre des conclusions déduites aussi rapidement, d'acquérir des données plus précises, en suivant pas à pas le développement de l'ovule. Les résultats bien souvent en désaccord avec les faits admis jusqu'ici démontreront d'ailleurs amplement cette nécessité.

Ce travail est divisé en deux parties. La première comprend l'étude anatomique et embryogénique des téguments de la

graine dans les plantes dont l'ovule a deux téguments. La seconde est consacrée à cette même étude pour les plantes à ovules à un seul tégument.

Dans chaque famille, sauf pour quelques-unes peu importantes, nous avons examiné plusieurs genres, et dans chaque genre plusieurs espèces. Très souvent, toutes les espèces d'une même famille ont montré, dans les téguments de leurs graines, une constitution identique. Nous avons pu alors les réunir dans le même chapitre. Il s'est cependant présenté des cas où cette réunion n'a pas été possible. Le nombre des téguments n'est pas, en effet, forcément le même dans tous les genres d'une famille. C'est pourquoi nous retrouverons quelquefois dans différents chapitres la description d'une même famille.

Pour éviter des descriptions qui sembleraient monotones, chaque fois que la constitution des téguments séminaux sera la même dans plusieurs genres, nous nous contenterons de décrire en détail une seule graine prise comme type. Nous aurons soin toutefois de citer les noms des autres plantes que nous avons également étudiées. Chaque type sera successivement considéré au point de vue de son anatomie pure et de son développement.

HISTORIQUE

L'étude anatomique des enveloppes séminales a été longtemps négligée; les anciens botanistes ont surtout envisagé ces enveloppes au point de vue descriptif ou taxonomique, et les recherches purement anatomiques sont toutes récentes. Quant aux données actuelles sur le développement de ces membranes, elles sont tout à fait vagues et incomplètes. Les quelques travaux qui ont été faits sur ce sujet ne se rapportent qu'à un nombre très restreint d'espèces, et il n'existe jusqu'à présent aucun travail d'ensemble. De plus la plupart n'envisagent le développement des enveloppes séminales que d'une manière accessoire et toute l'attention est portée sur l'évolution de l'embryon et de l'albumen.

Nous passerons d'abord en revue les travaux faits sur l'anatomie des enveloppes séminales, et ensuite ceux qui ont trait à leur développement.

1. *Anatomie des téguments.* — En 1874, Strandmark (1) a étudié l'anatomie des téguments d'un grand nombre de graines (Hydrophillées, Tropéolées, Balsaminées, Solanées, Alsinées, Silénées, Légumineuses, Malvacées, Géraniacées, Convolvulacées, Cucurbitacées, Résédacées, Capparidées, Crucifères, Violariées). L'auteur cherche à établir certaines lois générales s'appliquant à la structure des enveloppes séminales. Voici les conclusions auxquelles il arrive :

(1) Strandmark, Joh. Edv., *Bidrag till Kännedomen om fröskalets byggnad.* Dissertation. Lund, 1874.

1° Les assises cellulaires des enveloppes séminales sont en nombre variable ; le *Nemophila* n'en a que deux, les Cucurbitacées et les Crucifères en ont jusqu'à quinze qui se partagent en cinq ou six couches différentes.

2° Chez la plupart des plantes, il existe une couche protectrice qui se distingue par ses parois fortement lignifiées.

3° Les enveloppes séminales contiennent très souvent des substances colorantes jaunes ou brunes ; quelquefois les parois cellulaires sont elles-mêmes colorées.

4° Enfin, l'auteur montre que la structure des téguments est, en général, identique chez les différentes espèces d'un même genre. Quelquefois même cette structure constitue un caractère constant dans toute la famille.

Vers la même époque, M. Sempolowski (1) fit connaître l'anatomie des téguments de plusieurs graines cultivées appartenant aux Linées (*Linum*), Papilionacées (*Vicia*, *Ervum*, *Lupinus*, *Pisum*, *Trifolium*, *Melilotus*, *Ornithopus*, *Anthyllis*, *Trigonella*, *Onobrychis*) et Crucifères (*Brassica*, *Raphanus*, *Camelina*, *Sinapis*). L'auteur ne tire de ses recherches aucune conclusion générale ; il se contente simplement de remarquer que l'enveloppe séminale offre, chez les Crucifères et les Légumineuses, une très grande homogénéité de structure.

Un an plus tard, en 1875, M. Chalon (2) décrit la structure anatomique d'un très grand nombre de graines appartenant à la famille des Légumineuses. De l'étude anatomique de plus de sept cents espèces l'auteur conclut que, dans toute cette famille, la structure des téguments est identique.

En 1876, M. Höhnel (3) fit connaître les téguments de plusieurs graines de Cucurbitacées (*Cucurbita*, *Lagenaria*, *Cucumis*). Les unes (*Cucurbita* et *Lagenaria*) seraient caractérisées par ce fait que l'épiderme interne du carpelle prendrait part à la formation de la graine pour constituer les cellules prismatiques de la

(1) Sempolowski, *Beiträge zur Kenntniss des Baues der Samenschalen*. Inaugural Dissertation. Leipzig, 1874.

(2) Chalon, *La graine des Légumineuses*. Mons, 1875.

(3) Höhnel, *Morphologische Untersuchungen über die Samenschalen der Cucurbitaceen und einiger verwandten Familien* Wien, 1876.

surface ; dans les autres (*Cucumis*), au contraire, la graine n'emprunterait rien aux parois ovariennes. L'assertion de Höhnel sur l'origine de l'épiderme de la graine est une simple hypothèse. Nulle part, dans toutes les graines dont nous avons suivi le développement, nous n'avons jamais vu les enveloppes séminales emprunter certaines parties aux parois ovariennes.

Viennent ensuite une série de travaux peu importants sur l'anatomie de quelques espèces ou même d'une seule. Telles sont les recherches de M. Gressner (1) sur la graine de *Cyclamen;* de M. Schumann (2) sur les graines de *Canna;* de M. Helrant (3) sur quelques graines officinales (*Linum, Datura, Hyosciamus, Atropa*)*;* de M. Nobbe (4) sur les graines de *Lin*, de *Luzerne*, de *Trèfle*, de *Lupin*, de *Navet* et de *Moutarde;* enfin de M. Günther Beck (5) sur les semences de *Vicia* et d'*Ervum*.

On peut encore citer, comme se rapportant à la question qui nous occupe, les recherches de M. Poisson (6) sur les matières colorantes des graines, et celles de Max Abraham (7) et d'Arbaumont (8) sur les cellules à mucilage des Crucifères.

Il nous reste maintenant à parler des recherches de MM. Le Monnier, Godfrin et Jumelle.

M. Le Monnier (9) a étudié avec grand soin la nervation des enveloppes séminales. Un premier chapitre de son travail est consacré à l'histologie des téguments, où la *Fève des marais* est prise comme exemple. Il passe ensuite à l'examen de la nervation et croit pouvoir établir, en observant la place du faisceau dans le tégument, de quelles parties de l'ovule proviennent les diffé-

(1) Gressner, *Zur Keimungsgeschichte von Cyclamen* (*Botanische Zeitung*, 1874).

(2) Schumann, *Bau der Samenschale von Canna* (*Botanische Zeitung*, 1874, p. 190).

(3) Herlant, *Caractères microscopiques de qlq. graines officinales:* Bruxelles.

(4) F. Nobbe, *Handbuch der Samenkunde*. Berlin, 1876.

(5) Dr Günther Beck, *Vergleichende Anatomie der Samen von Vicia und Ervum Arbeiten des planzenphysiologischen. Institutes, K. K. Viena Universität*. Band. LXXVII, 1878).

(6) Poisson, *Du siège des matières colorées dans la graine* (Bull. Soc. bot. de Fr., t. XXIV, 1877).

(7) Max Abraham, *Bau und Entwick. der Wandverdickungen in den Samenoberhautzellen einiger Cruciferen* (*Jahrb. f. Wiss. Bot.*, t. XIV, 1885).

(8) D'Arbaumont, *Nouvelles observations sur les cellules à mucilage de Crucifères*. (*Ann. des Sc. nat.*, série 7, t. XI.)

(9) Le Monnier, *Recherches sur la nervation de la graine* (Ann. des sciences naturelles, 5e série, t. XVI, 1872).

rentes régions des enveloppes séminales. Voici comment l'auteur s'exprime relativement à ce sujet (1) : « S'il était nécessaire de suivre pas à pas la transformation de l'ovule en graine, il faudrait consacrer à cette étude un temps considérable; mais une remarque bien simple permet de se dispenser, dans beaucoup de cas, de cette étude minutieuse. Il suffit, en effet, de constater la position des faisceaux vasculaires dans l'ovule, pour avoir un point de repère facile à reconnaître sur la graine mûre. Quelles que soient les différences qui existent entre l'ovule et la graine, quelles que soient les modifications dues au développement secondaire de l'ovule, il est certain que les faisceaux, depuis leur première apparition jusqu'à la maturité, représentent un plan fixe. On peut distinguer, dans les membranes de l'ovule et dans celles de la graine, une zone interne et une zone externe par rapport à ces faisceaux, et l'on est sûr que la totalité de la zone externe de la graine provient, quelle que soit sa complication, de la zone externe de l'ovule; de même pour les portions internes.

« On est d'accord, en général, pour reconnaître que, dans l'ovule, c'est la primine seule qui contient des faisceaux, au moins chez la plupart des plantes. La secondine n'est vasculaire que dans la famille des Euphorbiacées, c'est-à-dire précisément dans le cas où elle se soude avec le nucelle sur une assez grande étendue. Il en résulte que nous devons considérer comme provenant de la primine toute la portion du spermoderme extérieure au plan vasculaire. Les couches situées en dedans de ce plan seront seules à pouvoir provenir de la secondine; il est bien entendu qu'elles n'en proviendront pas nécessairement, car dans la primine il y a quelques couches de cellules entre les faisceaux et l'épiderme interne. »

Cette remarque permet à l'auteur de conclure « qu'en général le testa et le tegmen ne représentent pas du tout la primine et la secondine, mais seulement les différentes couches de la primine.

(1) *Loc. cit.*, p. 13 et suiv.

« Dans beaucoup de plantes, le tegmen vasculaire est immédiatement appliqué sur l'albumen et l'embryon ; par conséquent, la secondine a disparu, elle a été resorbée, comme l'a été le plus souvent le tissu du nucelle.

« Sauf le cas des Euphorbiacées, qui doit être complètement mis à part, je n'ai point rencontré de graines où la présence de la secondine fût évidente à la maturité. »

Cette partie des conclusions ne nous semble pas d'accord avec les faits. D'abord, nous objecterons à M. Le Monnier que dans la grande majorité des cas le « *tegmen vasculaire* » n'est pas immédiatement appliqué sur l'albumen ou l'embryon, à la maturité de la graine ; et, comme on le verra dans notre travail, même parmi beaucoup des familles étudiées par M. Le Monnier (Rosacées, Sterculiacées, Hespéridées, Linées, Magnoliacées, Tiliacées, etc.), les vaisseaux se trouvent dans les couches externes du tégument.

D'autre part, dans beaucoup de familles non étudiées par M. Le Monnier (Résédacées, Violariées, Capparidées, Hypéricinées, Papavéracées, Aristolochiées, etc.), on rencontre toujours, à l'intérieur des faisceaux, plusieurs couches distinctes.

Enfin, une troisième objection que l'on peut faire c'est que la grande majorité des graines orthotropes et campilotropes étant dépourvues de faisceaux, rien, sauf l'étude du développement, ne saurait nous renseigner sur l'origine des enveloppes séminales.

Passons maintenant à l'examen du travail de M. Godfrin (1). C'est sans contredit l'étude histologique la plus complète de toutes celles qui existent relativement à ce sujet.

L'auteur examine plus de cent graines appartenant à plusieurs familles (Joncées, Liliacées, Iridées, Alismacées, Amentacées, Légumineuses, Rosacées, Rhamnées, Cucurbitacées, Araliacées, Caryophyllées, Nymphéacées, Renonculacées, Magnoliacées, Berbéridées, Papavéracées, Fumariacées, Ampélidées, Célastrinées, Staphyléacées, Caprifoliacées, Plantaginées, Linées,

(1) Godfrin, *Étude histologique sur les téguments séminaux des Angiospermes*, Nancy, 1880.

Hippocastanées). Après avoir distingué plusieurs sortes de cellules dans les couches lignifiées des téguments, M. Godfrin arrive à des conclusions plus générales en ce qui concerne leur constitution. Ainsi, l'auteur établit que la structure du spermoderme, quoique caractéristique dans plusieurs familles, ne peut pas servir d'une façon absolue à distinguer ces familles. Ensuite, il montre que les graines provenant d'un ovaire indéhiscent possèdent des téguments peu résistants; celles qui proviennent d'un ovaire déhiscent ou d'une baie, ont, au contraire, le tégument solide.

La structure des enveloppes séminales une fois étudiée, l'auteur, de même que M. Le Monnier, se demande si la disposition des différentes couches du spermoderme par rapport au faisceau vasculaire ne pourrait pas nous renseigner sur leur origine.

A ce propos, il fait remarquer que dans les graines dont les téguments ne renferment que deux ou trois couches, le tégument interne de l'ovule, ainsi que le nucelle, ne doivent plus se retrouver dans la graine. Dans les enveloppes séminales formées de plusieurs couches, l'auteur affirme que le système libéro-ligneux occupe la partie profonde des téguments et qu'il n'a jamais rencontré, au-dessous de la couche contenant le réseau vasculaire, plus d'une seule assise cellulaire. Il en conclut encore que le tégument interne de l'ovule ainsi que le nucelle doivent avoir disparu dans ces cas. En outre, selon lui, les faisceaux vasculaires se trouveraient toujours en dedans des parties résistantes.

Nous verrons, dans le courant de notre travail, que M. Godfrin se trompe sur la place des faisceaux. En effet, dans la grande majorité des cas, ces faisceaux se trouvent placés, comme nous l'avons déjà dit, en dehors de la couche protectrice, de sorte qu'on rencontre toujours plusieurs couches distinctes au-dessous du plan vasculaire. C'est ainsi que les choses se passent, pour ne citer que des familles étudiées par M. Godfrin, chez les Joncées, Magnoliacées, Papavéracées, Berbéridées, Linées, etc.

Bien plus récemment, M. Henri Jumelle (1) a publié un travail sur les téguments séminaux des Rosacées et des Rutacées. L'auteur a montré, le premier, que l'examen anatomique de la graine peut, quelquefois, nous renseigner sur l'origine des enveloppes séminales. Les coupes longitudinales passant par la chalaze montrent toujours, dans les graines de cette famille, un tissu jaune de liège qui réunit ensemble les deux téguments; de là cette conclusion très importante que dans les Rosacées et les Rutacées, le tégument ovulaire interne subsiste, à la maturité.

Un autre travail, d'origine toute récente, est celui de M. Holfert (2) sur la couche nourricière des téguments. Dans beaucoup de graines, les téguments présenteraient, d'après cet auteur, un tissu de réserve, formé de cellules parenchymateuses, dont le contenu serait employé pour le développement des membranes plus épaissies des autres tissus tégumentaires.

L'auteur décrit la couche nourricière dans les téguments d'un grand nombre de graines appartenant surtout aux Gamopétales et aux Apétales. Parmi toutes ces graines, il distingue les trois types suivants :

Type I. — Graines dans les téguments desquels on observe d'une part, une ou plusieurs assises nourricières, d'autre part, ses assises cellulaires avec ses épaississements secondaires (cornés, mucilagineux, amylacés);

Type II. — Dans les téguments des graines rentrant dans ce groupe, l'assise nourricière existe, mais les cellules à parois épaissies manquent;

Type III. — Ce troisième type contient des graines à téguments dans lesquels l'assise nourricière est remplacées par un parenchyme.

De toutes les familles étudiées par l'auteur, nous citerons seulement celles dont nous aurons à parler dans notre travail. Telles sont les Papilionacées, Portulacées, Malvacées, Linées, Violariées, Résédacées, Crucifères, Papavéracées, Magnoliacées, Composées et Caprifoliacées.

(1) H. Jumelle, *Sur les graines à deux téguments* (Bul. Soc. bot. de Fr., t. XXXV ; 1888).
(2) Holfert, *Flora*, Heft, IV, 1er septembre 1890.

2. *Développement des téguments.* — Pour la première fois Grew (1) et Malpighi (2) reconnurent que l'ovule présente des enveloppes réunies par une base commune et pourvues d'une ouverture propre, le micropyle.

Pendant très longtemps les recherches de Grew et de Malpighi, si conformes à la réalité, restèrent inaperçues. Ce n'est que dans les premières années de ce siècle que l'attention des botanistes se porta de nouveau sur le développement de l'ovule et de la graine.

Adolphe Brongniart (3) fut le premier à étudier d'une manière générale le développement de l'ovule et de la graine.

Tous les observateurs avant lui, Auguste Saint-Hilaire, Treviranus, Dutrochet, Brown, Turpin, Raspail, s'étaient simplement contentés d'envisager d'une part l'ovule jeune, d'autre part la graine adulte; Ad. Brongniart montra que « l'étude des changements qui s'opèrent dans l'ovule, depuis le moment de l'imprégnation jusqu'à l'époque où, arrivé à l'état parfait, il prend le nom de graine, peut seule nous éclairer sur la distinction des divers téguments de la graine ».

Mirbel (4), dans son excellent travail sur l'ovule végétal, résuma les phases par lesquelles passe l'ovule depuis son état le plus jeune jusqu'à sa transformation en graine. En ce qui concerne les téguments, il considéra le testa et le tegmen comme correspondants aux deux enveloppes de l'ovule.

En 1837 et 1838, Schleiden publia dans les *Archives de Wiegman* deux mémoires sur l'ovule, et il arriva à une conclusion identique à celle qu'Adolphe Brongnart avait déja formulée, c'est-à-dire l'étude du développement seule peut nous renseigner sur l'origine des enveloppes séminales. « Cette détermination, dit Schleiden, doit résulter, pour chaque famille, d'une étude spéciale du mode de développement. »

A partir de cette époque, les travaux relatifs au dévelop-

(1) Grew, *The Anatomy of Plants*, 1672.
(2) Malpighi, *Anatomia plantarum*, 1675, p. 57.
(3) Ad. Bongniart, *Sur la génération et le développement de l'embryon dans les plantes Phanérogames.*
(4) Mirbel, *Recherches sur l'ovule végétal*, 1820.

pement de la graine et de l'ovule se multiplient, mais malheureusement toute l'attention des botanistes étant portée sur les transformations de l'albumen et de l'embryon, les téguments séminaux sont très souvent négligés. Telles sont les recherches de Decaisne (1) sur le Gui et le *Thesium*, de Griffth (2), sur les ovules de *Santalum*, *Loranthus*, *Viscum*, de Schleiden et Vogel (3), sur la graine des Légumineuses, enfin les recherches de Tulasne (4) sur l'embryologie de plusieurs familles (Scrofularinées, Campanulacées, Crucifères, etc.), où l'auteur donne de très précieux détails sur la formation des téguments.

M. Johannes Chatin (5) a publié en 1874 un important travail sur le développement de l'ovule et de la graine dans les Scrophularinées, Borraginées, Labiées et Solanées. L'auteur, après avoir rendu compte de tous les travaux antérieurs publiés sur le développement de l'ovule et de la graine, montre que les enveloppes séminales sont très simples dans les familles étudiées par lui. Elles se composent d'une couche unique de cellules cubiques, à la face interne desquelles se trouve une lamelle formée par des parois cellulaires appliquées l'une contre l'autre.

Vers la même époque, Lohde (6) fit connaître le développement de quelques graines appartenant aux Convolvulacées, Solanées, Balsaminées, Portulacées, Oxalidées et Malvacées. Après avoir décrit les principales phases parcourues par l'ovule pendant sa transformation en graine, l'auteur essaye de montrer que la couche résistante des téguments peut avoir une origine variable.

M. J.-F. Fickel (7) a suivi le développement des téguments séminaux chez quelques graines appartenant à la famille des

(1) Decaisne, *Mémoires sur le développement du pollen et de l'ovule du Gui* (Mém. Acad. Brux. 1840. — An. Sc. nat., 2e série, t. XIII).

(2) Griffth, *Transa. et Linn. soc.*, v. XVIII.

(3) Schleiden et Vogel, *Ueber das Albumen, insbesondere der Leguminosæ.*

(4) Tulasne, *Études d'embryologie végétale.*

(5) J. Chatin, *Développement de l'ovule et de la graine dans les Scrophularinées Solanées, Borraginées et Labiées* (An. sc. nat., t. XIX, 5e série, 1874).

(6) Lohde, *Entwick. und Bau einiger Samenschalen.* Dissertation. Leipzig, 1874.

(7) J.-Fr. Fickel, *Uber die Anatomie und Entwick. des Samenschalen einiger Cucurbitaceen*, Leipzig, 1874.

Cucurbitacées. L'attention de l'auteur s'est principalement portée sur les modifications qui s'opèrent dans les assises des téguments ovulaires destinées à former les couches protectrices.

A. Gris (1) a étudié avec soin l'anatomie et le développement des enveloppes séminales dans le *Ricinus communis*. Il montre que dans cette plante les deux enveloppes de l'ovule sont pourvues de faisceaux et qu'elles subsistent toutes les deux dans la graine mûre.

M. Koch (2) et M. Hanlein (3) ont fait l'étude anatomique et le développement de la graine de la Cuscute.

Enfin, plus récemment M. Henri Jumelle (4), dont nous avons déjà parlé dans la partie anatomique de notre historique, fait connaître le développement du fruit des Graminées.

Les conclusions du travail de M. Jumelle sont les suivantes :

1° A aucun moment, pendant la maturation du fruit des Graminées, il n'y a soudure entre les téguments de la graine et le péricarpe;

2° Le péricarpe se résorbe en partie; les téguments de la graine disparaissent complètement;

3° Le fruit des Graminées ne mérite pas un nom spécial; c'est un akène sans tégument.

(1) A. Gris, *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XV, p. 5, et t. XVII, p. 312, pl. 15.

(2) Koch, *Zur Entwickelungsgeschichte der Cuscuten* (*Verhandlungen des Heidelberger naturhistorischen-medicinischen Vereins*, série I).

(3) Hanlein, *Uber den Bau und die Entwick. der Samensch. von Cuscuta europea* (*Landwirthschaftl. Versuchstationen*. Band. VXIII, Helft 1).

(4) H. Jumelle, *Sur la constitution du fruit des Graminées* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 23 juill. 1888).

PREMIÈRE PARTIE

GRAINES PROVENANT D'OVULES A DEUX TÉGUMENTS

Les graines provenant d'ovules à deux téguments peuvent présenter trois cas différents de constitution :

1° La graine ne possède qu'une seule enveloppe, provenant du tégument externe de l'ovule, ou, du moins, d'une partie de ce tégument.

2° Les deux enveloppes de l'ovule se retrouvent dans les deux enveloppes de la graine.

3° Le nucelle entre dans la constitution du tégument le plus interne de la graine.

Nous allons successivement considérer chacun de ces cas, que l'on observe chez la plupart des Dialypétales et des Monocotylédones, et dans quelques familles seulement d'Apétales et de Gamopétales.

CHAPITRE I

GRAINES A UN SEUL TÉGUMENT PROVENANT DU TÉGUMENT EXTERNE DE L'OVULE.

La disparition du tégument interne de l'ovule était autrefois considérée comme un fait général. Nos recherches prouvent, au contraire, que le nombre des familles dans lesquelles le tégument interne ne se retrouve plus, est très restreint.

Ainsi, de toutes les familles étudiées dans ce travail, seules les Renonculacées, les Papilionacées, les Amaryllidées et une grande partie des Liliacées, présentent des exemples de cette absence. Les téguments séminaux proviennent alors, soit de tout le tégument externe de l'ovule, soit seulement de sa partie la plus externe. Les deux cas peuvent, du reste, être observés dans les graines d'une même famille.

Liliacées.

La plupart des Liliacées ont des graines à un seul tégument. Dans quelques cas seulement (*Tritoma*, *Lilium*), nous avons constaté la persistance du tégument interne dans les enveloppes séminales définitivement constituées. Nous n'avons pas à nous occuper ici de ce second groupe des Liliacées, il sera étudié dans le chapitre suivant.

Comme M. Godfrin (1) l'a déjà montré, les téguments de la plupart des Liliacées sont très simples. Ils se composent d'un épiderme à cellules tabulaires très larges, remplies d'une substance solide, à coloration variable, et d'un parenchyme formé de deux ou trois assises de cellules. On ne rencontre pas d'épiderme interne dans ces téguments. Telle est la constitution

(1) *Loc. cit.*, p. 18 et suiv.

anatomique des graines appartenant aux genres *Allium*, *Asparagus*, *Ornithogalum*, *Ruscus*, *Muscari*.

Dans toutes ces plantes les ovules sont renversés et pourvus de deux téguments. L'externe est formé d'un parenchyme, ayant en moyenne quatre ou cinq assises de cellules, compris entre deux épidermes.

Le tégument interne est, au contraire, beaucoup plus réduit; il ne compte jamais plus de deux assises, dont les cellules sont allongées tangentiellement.

Pendant le développement, le tégument interne, ainsi que les assises les plus profondes du tégument externe, sont résorbés.

Amaryllidées.

Toutes les graines de cette famille ont des téguments séminaux très simples. Partout (*Narcissus*, *Amaryllis*, *Galanthus*, *Leucoium*), nous avons constaté à l'extérieur un épiderme disposé comme dans les *Liliacées*, et deux ou trois assises parenchymateuses à parois colorées en noir. L'absence de l'épiderme interne est aussi très générale.

Les ovules, anatropes, ont deux téguments. Seules, les deux ou trois assises extérieures du tégument externe subsistent jusqu'à la maturité; les autres, ainsi que les deux assises du tégument interne, sont résorbées.

La grande simplicité que nous venons de constater dans les téguments séminaux de cette famille s'explique par la nature de l'albumen qui remplit ici le rôle protecteur de l'embryon, et qui, comme on le sait, est corné.

Renonculacées.

On sait depuis longtemps que parmi les Renonculacées, les unes ont des ovules à deux téguments (*Clematis*, *Adonis*, *Delphinium*, *Aconitum*, *Aquilegia*, *Pæonia*), tandis que les autres (*Thalictrum*, *Anemone*, *Hepatica*, *Ranunculus*) n'en ont qu'un seul. Nous nous occuperons seulement ici des Renonculacées ap-

partenant au premier groupe; les autres trouveront leur place dans la seconde partie.

Dans ses recherches sur les téguments séminaux, M. Godfrin (1) a étudié un grand nombre de graines de cette famille. L'examen des enveloppes séminales lui a permis de faire, à ce sujet, deux sections principales. A la première correspond la grande majorité des Renonculacées (*Clematis*, *Aconitum*, *Aquilegia*, etc.) dont les téguments se composent d'un parenchyme, compris entre deux épidermes. La seconde section ne comprend que le genre *Pæonia*, dans lequel l'épiderme interne ne se retrouve plus, en même temps que disparaissent les assises parenchymateuses les plus profondes.

Les différences existant entre les téguments des graines de la première section de M. Godfrin sont peu importantes; elles résident simplement dans le degré d'épaississement des cellules épidermiques externes. Ainsi, tandis que dans les unes (*Clematis*) les parois des cellules épidermiques demeurent minces, dans les autres elles s'épaississent, soit sur toute leur surface (*Delphinium*), soit sur leur épiderme externe seulement (*Adonis*, *Aconitum*, *Aquilegia*). Le parenchyme, ainsi que l'épiderme interne gardent à peu près des caractères semblables dans toutes ces graines.

Dans le *Pæonia*, au-dessous de l'épiderme, dont les parois latérales sont plissées, on rencontre une assise à cellules prismatiques disposées radialement et à parois lignifiées. C'est dans le parenchyme qui est situé au-dessous de cette assise, qu'on rencontre le faisceau vasculaire. Les assises les plus profondes sont très aplaties; l'épiderme interne disparaît.

Chez toutes les Renonculacées étudiées dans ce chapitre (*Clematis*, *Adonis*, *Delphinium*, *Aconitum*, *Aquilegia*, *Pæonia*), j'ai toujours trouvé que les deux assises de cellules dont se compose le tégument interne de l'ovule disparaissent pendant le développement.

(1) *Loc. cit.*, p. 65 et suiv.

Légumineuses.

Cette famille est une de celles dont les téguments séminaux ont été le plus étudiés. Nous avons déjà cité dans notre historique les nombreux travaux faits à ce sujet. Schleiden, le premier, a décrit et figuré les téguments séminaux des Légumineuses. M. Le Monnier a fait l'étude de la Fève de marais; puis sont venus les travaux de MM. Semplowski, Strandmark, Chalon, Nobbe et Beck, dans lesquels un très grand nombre de graines appartenant à cette famille sont étudiées avec détail. Plus récemment M. Godfrin a repris cette étude, et après avoir analysé tous les travaux faits avant lui, l'auteur vérifie les principaux résultats déjà obtenus.

Le fait important qui résulte de toutes ces recherches, c'est que la constitution des téguments séminaux présente, chez les Légumineuses, une remarquable constance. M. Chalon prétend même que, de tous les caractères anatomiques présentés par cette famille, celui tiré de la structure des téguments doit primer tous les autres.

Quelle que soit l'espèce qu'on étudie, on constate toujours dans les téguments les trois parties suivantes :

1° Un épiderme ;

2° Une couche formée d'un rang de cellules, en général présentant des méats intercellulaires;

3° Un parenchyme interne dont le développement varie d'une espèce à l'autre.

Il serait donc bien inutile, pour le but que nous nous proposons dans ce travail, d'entrer dans trop de détails sur cette famille si bien étudiée au point de vue de l'anatomie des téguments. Nous nous contenterons de prendre un seul exemple et de faire l'étude de son développement après avoir indiqué sommairement l'anatomie des téguments.

Phaseolus vulgaris. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 1, fig. 1). Les téguments séminaux de cette graine se composent de trois couches.

La première, épidermique (a), est formée de cellules prismatiques à section transversale hexagonale. Les parois supérieures et latérales de ces cellules s'épaississent considérablement, et remplissent presque la cavité cellulaire; au contraire, les parois inférieures restent minces. Vers la partie supérieure des cellules épidermiques, on peut remarquer une bande plus claire se prolongeant sur toute la surface de la graine. On a beaucoup discuté sur la nature de cette bande qu'on a appelée aussi *ligne lumineuse*. Russow pense qu'à cet endroit la paroi cellulaire doit être plus pauvre en eau. Mais le Dr Beck a remarqué qu'après un séjour des coupes dans l'alcool ou dans une solution sucrée, la bande claire se présente avec la même netteté; de même, en chauffant les coupes pour chasser toute l'eau des téguments, et en examinant ensuite les préparations dans l'huile, on constate que la ligne lumineuse est plus nette encore. Cette bande n'est donc pas due à une quantité moindre d'eau contenue par la membrane à cet endroit. D'après une seconde hypothèse soutenue par Sempolowski, et qui nous paraît plus conforme à la réalité, la bande lumineuse correspondrait à une modification chimique de la paroi, ou, autrement dit, à un épaississement moins grand, suivant cette ligne, de la membrane cellulaire. En effet, si on la traite avec du carmin ou de la teinture d'aniline, on voit, suivant la bande lumineuse, une coloration moins intense qui doit certainement correspondre à un moindre épaississement. Enfin, d'après M. Godfrin, aucune des explications précédentes ne serait suffisante; selon lui, avec les moyens d'observation dont nous disposons, nous ne pouvons que constater le fait sans lui donner aucune explication plausible.

La seconde couche (b, pl. 1, fig. 1) du tégument est une rangée de petites cellules à peu près cubiques. Dans la graine du *Phaseolus* ces cellules ne laissent entre elles aucun méat, mais cette disposition est exceptionnelle : chez la grande majorité des Légumineuses, la partie centrale de chaque cellule reste cylindrique, tandis que les deux extrémités se renflent en tête. Les parois de ces cellules sont encore légèrement épaissies, mais

jamais d'une manière aussi considérable que dans la couche précédente.

La dernière couche (*c*) du tégument, la plus volumineuse de toutes, se compose d'une succession d'assises parenchymateuses, contenant les faisceaux vasculaires. Les cellules de cette couche ont les parois ondulées, et laissent, entre elles, des méats.

De distance en distance, quelques-unes de ces cellules (*t*) sont plus grandes et se montrent remplies d'une substance rose brunâtre qui donne les réactions du tannin. Les dernières des assises parenchymateuses sont très aplaties. Il est même difficile de reconnaître, sur la graine bien mûre, l'épiderme interne de ce tégument.

2° *Développement des téguments* (pl. 1, fig. 2 et 3). — Les deux téguments ovulaires prennent, dans les ovules courbés du *Phaseolus*, un développement inégal (pl. 1, fig. 2).

Le tégument externe se compose d'un parenchyme (*c*) à cellules régulières, compris entre deux épidermes.

Dans l'ovule jeune, peu de temps après la fécondation, on constate que les cellules de l'épiderme externe (*a*) sont allongées tangentiellement, et dans quelques-unes on voit des cloisonnements radiaux.

Ces cloisonnements se poursuivent avec une grande activité, de sorte qu'à un état plus avancé, ces cellules (*a*, pl. 1, fig. 4) ont déjà pris leurs formes prismatiques. Ce n'est qu'au moment de la maturité que les parois cellulaires s'épaississent.

Le parenchyme du tégument externe est formé, en moyenne, de cinq assises de cellules polygonales, ne laissant entre elles aucun méat. L'assise la plus externe (*b*) de ce parenchyme ne se divise que radialement, comme l'épiderme, et constitue la seconde couche du tégument de la graine mûre. Toutes les autres assises se divisent très activement, à la fois dans le sens radial et dans le sens tangentiel, pour former le parenchyme épais et à méats que nous avons reconnu dans la graine arrivée à l'état de maturité. Dans les derniers moments de la maturation, les assises profondes de ce parenchyme, ainsi que l'épiderme interne, sont fortement aplaties par l'embryon.

Le tégument interne de l'ovule est bien plus réduit que l'externe. Il se compose de deux assises de cellules. La plus externe (*d*) est formée de petites cellules disposées tangentiellement, l'interne (*e*) a, au contraire, ses cellules plus grandes et disposées radialement. De distance en distance, entre ces deux assises, on voit intercalées quelques cellules, provenant évidemment d'un cloisonnement local de la première de ces deux assises. Pendant le développement, et tant que la résorption du nucelle n'est pas achevée, ces deux couches continuent à se diviser radialement, suivant ainsi de près le développement du tégument externe. Un peu plus tard, elles sont résorbées, à leur tour, par l'embryon et la résorption va même plus loin, car les assises parenchymateuses les plus internes du tégument externe sont, comme nous l'avons dit, très aplaties et vides dans la graine mûre. Dans d'autres Légumineuses (*Vicia*, *Ervum*), les assises internes du parenchyme disparaissent même complètement.

En résumé, nous constatons dans la famille des Légumineuses, d'une part, une grande homogénéité de structure dans les téguments séminaux, d'autre part, la résorption constante du tégument interne de l'ovule.

CHAPITRE II

GRAINES DONT LES DEUX TÉGUMENTS PROVIENNENT DES DEUX TÉGUMENTS DE L'OVULE.

Si l'on s'en rapportait seulement aux idées encore aujourd'hui admises sur la constitution des enveloppes séminales, on ne pourrait faire rentrer dans ce chapitre qu'un nombre excessivement restreint de familles.

Les graines dont les deux téguments proviennent des deux enveloppes de l'ovule, sont, en effet, actuellement considérées comme des exceptions. Pendant longtemps, la persistance de ces deux téguments a même semblé un caractère spécial aux graines des Euphorbiacées. M. Baillon (1) et A. Gris (2), qui l'ont signalée, expliquent cette particularité par la présence d'un faisceau dans le tégument interne. Plus récemment cependant, M. Henri Jumelle (3) a montré que le tégument interne de l'ovule subsiste encore dans les graines des *Rosacées* et des *Rutacées*, bien que ce tégument ne possède pas de faisceau vasculaire. Nous allons voir que ce fait est très général, et qu'il se retrouve chez un grand nombre de familles, que nous allons successivement examiner.

Joncées.

1. *Luzula Forsteri.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 1, fig. 8). Les graines de cette plante sont petites et se couvrent d'un mucilage abondant après un séjour prolongé dans l'eau. On peut distinguer à leur surface une arête saillante qui correspond au raphé.

(1) Baillon, *Euphorbiacées*, p. 188, pl. 3 et 15.
(2) Gris, *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XV, p. 5, et t. XVII, p. 312, pl. 15.
(3) Henri Jumelle, *loc. cit.*

Si nous faisons une coupe transversale dans leurs téguments, nous distinguons deux parties.

La partie externe présente : 1° un épiderme (*a*) à cellules prismatiques ou irrégulières remplies de mucilage ; 2° au-dessous de cet épiderme, un parenchyme (*b*) à cellules irrégulières renfermant des grains d'amidon. Le nombre des assises de ce parenchyme est variable selon la région que l'on considère ; ainsi, tandis que le long du raphé on peut en compter cinq ou six, dans les autres régions il n'y en a que trois. Ça et là, les cellules sont remplies d'un contenu rose-brunâtre qui n'est autre chose que du tannin. Le faisceau vasculaire (*f*) est logé dans ce parenchyme ; il monte le long du raphé jusqu'à la chalaze, puis s'arrête.

La partie interne du tégument est formé de deux assises (*c* et *d*). Les cellules qui les composent, en général cubiques, sont alternes. Elles ont leurs parois épaissies et sont remplies d'une substance solide brune qui lui donne une consistance très grande. Ce sont ces deux assises qui constituent la couche protectrice de l'enveloppe séminale, placée, comme on le voit, en dedans du faisceau vasculaire.

Une coupe longitudinale de la graine passant par la chalaze (pl. 1, fig. 12) montre que ces deux parties du tégument doivent correspondre aux deux enveloppes ovulaires. Dans cette région, le tissu commun (*ch*) qui réunit les deux téguments avec le nucelle est coloré en jaune et donne toutes les réactions du liège. En outre, on peut remarquer qu'il subsiste toujours à la chalaze une portion du nucelle (*n*) non digérée par l'embryon.

2° *Développement des téguments* (pl. 1, fig. 10 et 11). — Dans l'ovaire uniloculaire du *Luzula* on trouve trois ovules renversés et à deux téguments (pl. 1, fig. 9) présentant chacun un raphé très saillant.

Le tégument ovulaire externe se compose d'un épiderme (*a*) et d'un parenchyme (*b*) comptant en moyenne trois rangées de cellules. Le long du raphé, le nombre des assises est, comme dans la graine, beaucoup plus considérable.

Le tégument interne de l'ovule laisse voir deux épaisseurs de cellules (*c* et *d*) régulières et alternes.

Aussitôt après la fécondation, les cellules épidermiques du tégument ovulaire externe s'agrandissent et le contour si net du raphé s'efface un peu, pendant que certaines des cellules parenchymateuses qui sont au-dessous se divisent tangentiellement et multiplient les assises de ce parenchyme (*b*, fig. 11, pl. 1).

Les deux assises du tégument interne s'accusent de plus en plus, en même temps que leurs parois cellulaires s'épaississent (*c* et *d*, fig. 8, pl. 1). Enfin, tandis que, dans le tégument externe de l'ovule, les réserves amylacées disparaissent en grande partie, l'amidon augmente d'abord dans les deux assises du tégument interne puis disparaît peu à peu, pour faire place à une matière brune qui remplit ces cellules à la maturité.

2. *Juncus bulbosus*. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 1, fig. 5). — On peut reconnaître dans les téguments de cette graine les mêmes parties que dans celle de la Luzule, avec cette différence que toutes les couches sont plus réduites.

Les cellules épidermiques externes (*a*) sont allongées tangentiellement, le parenchyme sous-jacent (*b*) est réduit à une seule assise. Ce n'est que le long du raphé, autour du faisceau, qu'on en rencontre plusieurs.

Dans le tégument interne, on constate toujours deux assises (*c* et *d*), remplies de la même substance solide brune que dans la graine précédente. La plus interne de ces assises (*d*) a ses cellules plus petites que l'externe (*c*).

2° *Développement des téguments.* Les ovules sont analogues à ceux décrits chez la Luzule (pl. 1, fig. 6). Les deux téguments sont formés chacun de deux assises (pl. 1, fig. 7), qui formeront les quatres couches des enveloppes séminales, en suivant les mêmes transformations que dans l'exemple précédent.

En résumé, les Joncées ont, dans la graine, deux téguments, provenant chacun d'une des enveloppes de l'ovule. Le tégument interne se différencie tout entier en assise protectrice. Le faisceau vasculaire est toujours placé en dehors de celle-ci et non pas en dedans comme M. Godfrin le prétend (1).

(1) Godfrin, *loc. cit.*, p. 104.

Aroïdées.

Les graines de cette famille peuvent présenter un ou deux téguments.

Le premier cas est le plus fréquent; nous l'avons rencontré chez les *Arum*, *Colocasia* et *Peltandra*. Le second, que nous avons seul à étudier dans cette première partie, ne se présente que dans le genre *Anthurium*.

Anthurium Scherrezerianum. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 1, fig. 13). — Dans cette graine le tégument externe n'a que deux assises de cellules : un épiderme (*a*) à cellules prismatiques remplies d'un liquide incolore, et une assise protectrice (*b*) formée de cellules cubiques. Les parois internes et latérales de ces cellules se lignifient, les parois externes restent minces.

Au-dessous, l'on reconnaît un parenchyme (*c*) composé de deux épaisseurs de cellules, en général aplaties, et formant le tégument interne.

2° *Développement des téguments*. Les ovules d'*Anthurium* sont droits (pl. 1, fig. 17), pourvus d'un long funicule que traverse le faisceau vasculaire (*f*), et à deux téguments.

Chacun des deux téguments ovulaires (pl. 1, fig. 15) se compose de deux assises qui deviendront les couches correspondantes des enveloppes séminales.

Iridées.

1. *Iris Pseudacorus*. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 2, fig. 1). — Le nombre de couches qui rentrent dans la composition des téguments de cette graine est de quatre. Les trois premières constituent le tégument externe, la dernière le tégument interne.

La première couche (*a*) est un épiderme formé des cellules cubiques remplies de tannin et à parois brunes. Au-dessous on trouve un parenchyme (*b*) à cellules arrondies, dont quelques-unes plus grandes (*t*) renferment encore du tannin. Le tégument externe est limité vers l'intérieur par un épiderme (*c*), dont les cellules sont remplies d'huile.

Le tégument interne se compose d'une seule couche (*d*), formée de deux assises de grandes cellules tabulaires à parois incolores, disposées tangentiellement.

La disposition des différentes couches, ainsi que la répartition du tannin dans ces dernières, m'a permis de distinguer, chez les différentes espèces d'*Iris* que j'ai étudiées, deux types distincts de structure des enveloppes séminales. Dans l'un et dans l'autre, les cellules épidermiques sont remplies de tannin, mais tandis que dans le premier (*I. Pseudacorus*, *I. sibirica*, *I. Bastardi*, *I. acoroides*, *I. biglumis*), quelques cellules seulement du parenchyme renferment de cette substance, dans le second (*I. latescens*, *I. fœtidissima*, *I. spuria*, *I. desertorum*, *I. Monieri*, *I. Palasii*), toutes les cellules en contiennent. De plus, dans le second type, l'épiderme a les cellules allongées tangentiellement, tandis que celles du premier sont cubiques.

Quelle que soit l'espèce, j'ai toujours trouvé, au-dessous des trois couches du tégument externe, deux assises à parois incolores qui forment le tégument interne. En outre, j'ai toujours constaté à la chalaze un liège très développé qui relie ensemble les deux téguments.

2° *Développement des téguments* (pl. 2, fig. 3). — Les ovules de de cette plante sont renversés (pl. 2, fig. 2) et à deux téguments. Au hile, trois ou quatre branches vasculaires (*f*) pénètrent dans le tégument externe, puis se ramifient, en se distribuant dans toutes les régions du tégument externe. Ce dernier se compose, dans l'ovule, d'un épiderme externe (*a*), d'un parenchyme (*b*), comptant cinq ou six assises de cellules, et d'un épiderme interne (*c*). Chacune de ces trois parties deviendra la couche correspondante du tégument de la graine mûre.

Le tégument interne ne contient que deux assises (*d*), qui, par l'accroissement tangentiel de leurs cellules, formeront la couche la plus profonde des enveloppes séminales.

2. *Morea fimbriata*. — Les graines ont les téguments séminaux disposés comme précédemment. La partie externe du tégument, constituée par le même nombre de couches, se distingue par la régularité des cellules qui forment son parenchyme. Les deux

assises du tégument interne sont incolores; la plus interne proémine vers l'intérieur de la graine, en suivant exactement les sinuosités de la surface de l'albumen.

3. *Sisyrynchium striatum* (pl. 2, fig. 4). — La structure de cette graine diffère, d'une manière notable, de celle que nous avons observée chez les *Iris*. Les cellules épidermiques (*a*) sont allongées tangentiellement ainsi que les trois assises du parenchyme (*b*).

De plus, l'épiderme interne (*c*) est formé par des cellules à parois colorées en noir, ayant leurs membranes internes bombées vers l'intérieur.

Le tégument interne (*d*) est formé par une seule assise de cellules cubiques à parois très épaisses.

4. *Crocus sativus* (pl. 2, fig. 5). — Le nombre des couches est, dans les téguments de cette graine, le même que dans les autres Iridées; les différences qui existent se rapportent au développement peu considérable de certaines parties. L'épiderme (*a*) allonge ses cellules en papilles; d'autre part le parenchyme sous-jacent, si développé dans les *Iris*, est ici réduit (*b*) à une seule assise de cellules tabulaires. Au contraire, l'épiderme interne (*c*) a ses cellules prismatiques beaucoup plus grandes. Dans chacune d'elles, on remarque un contenu rosâtre qui donne les réactions du tannin. Il est facile de voir que le long du raphé les cellules de l'assise sous-épidermique se multiplient et forment le parenchyme qui contient le faisceau.

La partie interne des téguments (*d*) peut être comparée à celle de l'*Iris*, seulement avec cette différence que dans le *Crocus* elle est réduite à un seul rang de cellules incolores, allongées tangentiellement.

Dans l'ovule, qui est renversé, comme celui de l'*Iris* (pl. 2, fig. 6), on constate que les deux téguments (pl. 2, fig. 7), sont également moins épais que ceux de l'*Iris*.

L'externe ne comprend que trois assises (*a*, *b* et *c*) qui formeront les trois couches du tégument externe. L'unique assise de tégument interne (*d*) formera la partie interne du tégument de cette graine.

Gladiolus byzantinus (pl. 2, fig. 8.) — Dans les téguments de cette graine, la disposition des couches est intermédiaire entre celle des *Iris* et des *Morea* d'une part, celle du *Crocus* d'autre part. En effet, l'épiderme externe (*a*) et le parenchyme sous-jacent (*b*) qui n'a que trois assises, sont disposés comme dans l'*Iris*, mais les cellules épidermiques internes (*c*) sont allongées comme dans le *Crocus*, en même temps que le tégument interne (*d*) n'a, comme dans ce genre, qu'une seule assise.

Si maintenant, après avoir analysé plusieurs types de cette famille, nous résumons ce que nous avons vu, nous pouvons reconnaître deux groupes essentiels parmi toutes ces graines.

Le premier (*Iris, Morea*) est caractérisé par la présence d'un parenchyme de plusieurs assises dans le tégument externe, et par deux rangées de cellules dans le tégument interne ; le second groupe (*Crocus*) par une seule rangée de cellules dans le parenchyme externe, ainsi que dans le tégument interne. Les genres *Gladiolus* et *Sisyrynchium* établissent la transition entre les deux groupes. En outre, on peut remarquer que toutes les graines de cette famille, ont comme caractère commun d'avoir deux téguments.

Liliacées.

Parmi tous les genres de Liliacées que nous avons étudiés, seuls les *Tritoma* et *Lilium* nous ont présenté des graines à deux téguments, d'ailleurs assez dissemblables entre eux.

1. *Tritoma uvaria.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 2, fig. 9). — Les graines de *Tritoma* sont tétraédriques et recouvertes à leur surface d'une membrane axillaire qui les entoure complètement. Dans cet arille (*A*) on distingue un épiderme et un parenchyme à deux assises.

Le tégument externe se compose de deux couches. L'externe (*a*) est formée par une seule rangée de cellules prismatiques à parois épaissies renfermant une subsance solide noire, qui donne à cette assise sa grande consistance. Au-dessous nous trouvons un parenchyme (*b*) formé de deux épaisseurs de cellules.

Deux assises de cellules parenchymateuses, arrondies et alternantes (*c*), forment la partie interne du tégument.

Le faisceau vasculaire est contenu dans le raphé, où le parenchyme du tégument externe devient plus abondant.

2° *Développement des téguments* (pl. 2, fig. 12 et 13). — A la base du hile des ovules à moitié recourbés de cette plante (pl. 2, fig. 10), on voit naître, peu de temps après la fécondation, un bourrelet circulaire (*A*) qui s'agrandit de plus en plus et finit par recouvrir toute la surface de la graine (*A*) (pl. 2, fig. 11); c'est ainsi que naît l'arille que nous avons trouvé enveloppant les téguments.

Le tégument ovulaire externe contient deux couches : à l'extérieur un épiderme (*a*) à cellules rectangulaires et au-dessous un parenchyme à deux assises (*b*). Même sur l'ovule récemmenc fécondé (pl. 2, fig. 13), on peut voir que les cellules de l'épiderme commencent à se cloisonner. A un état plus avancé (pl. 2, fig. 9, 12), ces cellules sont devenues prismatiques et très nombreuses. Plus tard, apparaît une substance noire qui finit bientôt par occuper toute la cavité cellulaire.

Les deux assises du tégument interne (*c*) se vident de très bonne heure; elle forment, sans changement notable, le tégument interne de la graine.

2. *Lilium testaceum* (pl. 2, fig. 14). — La composition des enveloppes séminales de cette graine diffère de la précédente sur plusieurs points. D'abord les cellules épidermiques (*a*) sont irrégulières et ne contiennent pas la substance solide que nous avons vue précédemment; ensuite les assises parenchymateuses sous-jacentes sont au nombre de quatre à cinq; enfin, le tégument interne a ses cellules plus allongées tangentiellement.

Violariées.

Viola tricolor. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 3, fig. 1 et 2). — Les graines de *Viola* ont une coloration jaunâtre; elles se font remarquer par un raphé très volumineux faisant saillie à leur surface. Le hile présente une dilatation arillaire dont les dimen-

sions varient suivant les espèces : très petite chez le *Viola tricolor*, elle atteint 1 millimètre et quelquefois plus chez le *Viola floribunda* (1).

En coupe transversale, cet épaississement arillaire se montre formé, dans sa partie centrale, par des cellules très petites qui entourent le faisceau vasculaire; dans sa partie périphérique, par des cellules de plus en plus grandes vers l'extérieur. Les plus grandes de ces cellules sont remplies d'une substance huileuse jaunâtre, qui, traitée par l'alcool, se rassemble au centre des cavités cellulaires.

Dans les téguments de la graine on peut distinguer deux parties, dont chacune se compose de plusieurs couches.

La partie externe (pl. 3, fig. 1) montre trois couches qui sont les suivantes : à l'extérieur, est un épiderme (*a*) à grandes cellules cubiques, dont les parois latérales montrent un réseau d'épaississement. Ces cellules épidermiques renferment un liquide mucilagineux, qui, sous l'influence de l'eau, se gonfle et déchire la cuticule. Au-dessous de l'épiderme est une assise de petites cellules rectangulaires (*b*). Ces cellules, le long du raphé, se multiplient considérablement, pour former le parenchyme qui entoure le faisceau vasculaire (pl. 3, fig. 2). Les cellules de la troisième couche sont toujours disposées sur une seule rangée (*c*); elles ont chacune la forme d'un verre de montre dont la concavité regarde vers l'intérieur de la graine. Chacune de ces cellules renferme un cristal rhomboédrique d'oxalate de chaux.

Dans la partie interne du tégument, on observe également trois couches. L'extérieure (*d*), la plus épaisse de toutes, est celle qui donne aux téguments leur dureté habituelle. Elle est composée par des cellules prismatiques, dont les parois, fortement lignifiées, sont tantôt droites, tantôt ondulées. La seconde couche (*e*) est formée par de grandes cellules à parois latérales plissées. Ces plissements ne sont que le résultat de l'aplatissement que cette assise a dû subir pendant le développement. La dernière couche (*f*) n'a qu'une seule rangée de petites cellules cubiques,

(1) Voir à ce sujet Baillon, *Histoire des plantes*, p. 318, note 3, t. IV.

constituant l'épiderme interne du tégument de la graine.

Sur une coupe longitudinale, passant par la chalaze, il est facile de voir que les deux parties du tégument de la graine que nous venons d'analyser sont réunies entre elles par un tissu commun de coloration, brunâtre, donnant les réactions du liège. Ce fait, ainsi que la séparation des deux parties du tégument de la graine, après une macération plus prolongés dans de l'hypochlorite de soude, nous montre bien que ces deux parties proviennent de deux enveloppes différentes de l'ovule. L'étude du développement va, d'ailleurs, pleinement confirmer cette manière de voir. Disons d'abord que dans d'autres espèces de *Viola* que nous avons étudiées (*V. canina*, *V. odorata*, *V. silvestris*, *V. floribunda*), la composition des téguments séminaux est la même.

2° *Développement des téguments* (pl. 3, fig. 4 et 5). — Les ovules de *Viola* sont renversés et pourvus de deux téguments (pl. 3, fig. 3). Le tégument interne montre trois rangées de cellules dont l'externe (*a*) est plus grande que les deux internes (*b*, *c*). Ce sont ces trois assises qui constitueront la partie externe du tégument de la graine. A cet effet, l'assise externe (pl. 3, fig. 4, *a*) agrandit peu à peu ses cellules et devient l'épiderme du tégument adulte. Les deux assises internes (*b* et *c*, fig. 4 et 5) forment les assises correspondantes du tégument mûr, sans présenter, pendant le développement, d'autre changement notable que l'apparition, çà et là, de quelques cloisons radiales. Remarquons en outre, que l'assise la plus interne de ce tégument ovulaire montre, même dans son état le plus jeune et avant que le développement de l'embryon commence, les cristaux d'oxalate de chaux que nous avons signalés plus haut. Cette présence constante facilite la détermination des origines des enveloppes séminales.

Le tégument interne de l'ovule compte également trois assises de cellules. Celles de l'assise la plus externe (pl. 3, fig. 4, *d*), d'abord plus petites que les cellules de l'assise sous-jacente (*e*), s'agrandissent de plus en plus (pl. 3, fig. 5, *d*). Leurs parois ne se lignifient que bien plus tard, alors que l'albumen est presque

entièrement constitué. Cet albumen, en se développant, comprime l'assise moyenne (*e*) de ce tégument. C'est par suite de cette compression, que ses parois latérales obligées de céder subissent des plissements. Quant à l'assise la plus interne (*f*), elle multiplie ses cellules par des cloisons radiales en formant l'épiderme interne du tégument de la graine.

En résumé, nous voyons que dans cette famille des Violariées, les téguments des graines sont constitués de deux parties distinctes, provenant nettement des deux enveloppes ovulaires. Le faisceau vasculaire est situé en dehors de la couche résistante et celle-ci provient du tégument interne de l'ovule.

Résédacées.

Reseda alba. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 3, fig. 6). — De même que chez les Violariées, on peut distinguer dans les téguments de cette graine deux parties, respectivement correspondantes aux deux tégument ovulaires.

Le tégument externe se compose de deux assises. Dans la plus plus extérieure qui représente l'épiderme (*a*), les cellules forment à la surface de la graine des sortes de verrues qui lui donnent l'aspect rugueux qu'elle présente. Les cellules de l'assise sous-jacente (*b*) sont bien plus petites; elles affectent la forme d'un verre de montre dont la convexité est tournée vers l'intérieur.

Le tégument interne est constitué par trois couches. La plus externe (*c*), composée d'une seule rangée de cellules prismatiques à parois lignifiées, remplit, grâce à sa solidité, un rôle de protection. La seconde couche (*d*), forme un parenchyme à deux épaisseurs de cellules aplaties tangentiellement. Enfin, le tégument est limité vers l'intérieur par un épiderme (*e*), formé de cellules tabulaires remplies de matières de réserve. C'est cette dernière assise qui a été considérée par certains auteurs comme un albumen (1).

(1) Baillon, *Histoire des plantes*, t. IV.

Il est important de remarquer que le faisceau vasculaire ne pénètre pas du tout dans le tégument de la graine ; il traverse simplement le funicule et s'arrête à la chalaze.

2° *Développement des téguments* (pl. 3, fig. 8 et 9). — Dans les ovules courbés de *Reseda* (pl. 3, fig. 7), sur une coupe longitudinale passant par le micropyle, il est facile de voir deux téguments.

L'externe compte deux assises (*a* et *b*), qui produiront dans la graine les deux assises correspondantes du tégument externe.

Le tégument interne de l'ovule, comme celui de la graine, comprend trois couches. Vers l'intérieur, est une rangée de cellules prismatiques (*c*), qui, aussitôt après la fécondation, se cloisonnent dans le sens radial. A un état plus avancé du développement (pl. 3, fig. 9), ces cellules (*c*), dont les parois commencent à s'épaissir, renferment chacune un protoplasma abondant. La seconde couche (*d*) est constituée de deux assises parenchymateuses, qui, dans la suite, s'aplatiront. Enfin, l'assise la plus profonde (*e*) de ce tégument, caractérisée dès le début, par le contenu amylacé abondant de ses cellules, prend des cloisons radiales en même temps qu'augmentent ses réserves. Elle constitue de cette manière l'épiderme interne du tégument séminal. On voit donc que cette assise, quoique affectant les caractères externes d'un albumen, n'en a pas la valeur morphologique.

La structure anatomique et le développement des téguments séminaux, tels que nous venons de les décrire chez le *Reseda alba*, sont les mêmes dans toutes les espèces que nous avons analysées (*R. lutea*, *R. luteola*).

En résumé, l'étude de cette famille nous amène aux mêmes conclusions que celle des Violariées.

(*A suivre*).

ÉTUDE ANATOMIQUE

D'UNE ASCIDIE DE CHOU

Par M. William RUSSELL (1)

Dans une note publiée au mois de novembre dans la Revue (2), j'ai décrit la structure de certaines folioles anormales du *Vicia sepium* et, en comparant cette structure avec celle des folioles ordinaires, j'ai fait voir que le changement de forme que ces folioles avaient éprouvé retentissait sur leur organisation intime. Néanmoins, on pouvait encore retrouver dans l'organe modifié les caractères généraux de structure de l'organe normal.

La note que je publie aujourd'hui se rapporte à un cas tératologique, dont l'étude anatomique est plus complexe, et dont l'homologation avec l'organe normal est plus difficile.

Fig. 1. — Ascidie de chou.

Aspect extérieur de l'ascidie. — L'organe anormal que j'ai eu l'occasion d'étudier appartenait à un chou (3), et avait la forme d'un tube évasé en entonnoir à sa partie supérieure et inséré sur la tige, par une base assez large (fig. 1).

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. le professeur Gaston Bonnier.

(2) Revue générale de Botanique, tome II, p. 481-489.

(3) Ce chou avait été envoyé par M. Lecœur, de Vimoutiers (Orne), à M. le professeur Bonnier qui a bien voulu me le communiquer.

Par sa forme, cette curieuse production se rapproche assez de certaines ascidies en cornet que Morren (1), De Candolle (2), Bonnet (3) et Masters (4) ont signalées chez le chou ; aussi, sans vouloir cependant rien préjuger, je lui conserverai le nom d'ascidie.

Le chou que j'ai eu entre les mains portait deux de ces ascidies absolument semblables de forme et d'aspect, mais sensiblement plus grandes l'une que l'autre ; l'une d'elles, en effet, n'avait que 10 centimètres de long et 13 centimètres de diamètre à son bord libre, tandis que l'autre atteignait 30 centimètres de longueur et mesurait 19 centimètres de diamètre à l'ouverture de l'entonnoir.

Comme elles étaient en tout comparables, j'ai choisi la plus petite pour faciliter mes recherches.

Structure de l'ascidie. — Les coupes pratiquées à la base du tube de l'entonnoir, près de son insertion sur la tige, sont parfaitement circulaires (fig. 2, en haut, à gauche), et montrent que dans cette région l'ascidie est constituée par un épais tissu parenchymateux dont le centre est occupé par un gros faisceau libéro-ligneux en forme de disque. Ce faisceau, dont le diamètre est à peu près égal au huitième du diamètre total, présente une structure assez remarquable : il est, en effet, à liber concentrique et ses éléments vasculaires sont disposés en files rayonnantes autour de l'axe de l'ascidie. La portion ligneuse du faisceau figure de la sorte une rosace composée de vaisseaux à larges sections entremêlés de cellules à parois minces.

L'anneau libérien est interrompu çà et là par des rayons parenchymateux de largeur variable ; un d'entre eux beaucoup plus large que les autres est situé dans le plan parallèle au plan d'insertion de l'ascidie sur la tige. Autour du liber se trouve un péricycle dont les cellules à parois sclérifiées sont disposées suivant deux assises en face des rayons libériens et

(1) Morren : *Bull. Acad. roy. Bruxelles*, 1852, t. XIX, p. 437.
(2) De Candolle : *Org. vég.* I. p. 316.
(3) Bonnet : *Rech. feuilles*, p. 216.
(4) Masters : *Vegetable teratology*, p. 313.

peuvent former des îlots, de quatre ou cinq assises, entre ces rayons. En dehors du péricycle est une assise de grandes cellules rectangulaires en coupes et à parois épaissies que l'on peut considérer comme une sorte d'endoderme.

Le tissu parenchymateux périphérique est limité vers l'exté-

Fig. 2 a 5. — Coupes successives transversales, schématisées, d'une ascidie. A, faisceau médian; B et C, faisceaux latéraux; *l*, liber; *n*, déchirure produite par le passage d'un insecte.

rieur par un épiderme à petites cellules sensiblement isodiamétriques, fortement cutinisées. Les cellules de l'assise sous-jacente ont des parois épaisses, légèrement collenchymateuses et sont étroitement unies entre elles en un véritable hypoderme. Ces cellules sont loin de présenter la régularité des cellules épi-

dermiques ; quelques-unes d'entre elles, il est vrai, ne diffèrent de ces dernières que par leurs dimensions plus grandes, mais la plupart des autres, étirées tangentiellement, sont dédoublées par des cloisons radiales ou tangentielles.

Le reste du tissu est constitué par un parenchyme fort hétérogène, dans lequel il est impossible de reconnaître une disposition en assises ; les cellules dont il est composé sont serrées les unes contre les autres et ne laissent entre elles que de petits méats. Malgré la grande irrégularité de leurs formes, on peut cependant observer que celles qui occupent la région moyenne du tissu, ont en général des dimensions relativement plus grandes que celles qui entourent le faisceau, ou qui sont voisines de l'hypoderme.

Lorsque les sections sont faites un peu au-dessus de l'insertion du tube, elles cessent d'être circulaires ; l'organe subit, en effet, une sorte d'étirement suivant un de ses diamètres, et devient peu à peu elliptique en coupe.

Cet aplatissement du tube, qui s'atténue d'ailleurs considérablement dans la région supérieure de l'ascidie, est loin d'être uniforme au début, car les sections sont jusqu'à mi-hauteur demi-circulaires dans une moitié, demi-elliptiques dans l'autre. Dès qu'il commence à se manifester, le faisceau axile se sépare en deux moitiés suivant un de ses diamètres, l'une A reste en place et sert à reconstituer le faisceau primitif, l'autre B se porte à la périphérie et va se placer dans la portion du tube en voie d'aplatissement. Ces faisceaux ne conservent que très peu de temps la forme semi-circulaire, bientôt, en effet, les extrémités de leurs arcs libériens respectifs se rejoignent, en même temps que de nouvelles files de vaisseaux s'ajoutent aux autres, de façon à transformer le secteur vasculaire en cercle entier. Vers la région moyenne du tube (fig. 2, en haut, à droite), un nouveau faisceau C se détache du faisceau A de la même manière que s'est séparé le faisceau B et marche dans la direction opposée à celle prise par ce dernier. Quand l'aplatissement du tube est complètement réalisé, ces trois faisceaux occupent les angles d'un triangle isocèle dont la base représentée par la ligne

qui joindrait B à C, correspond au grand axe de l'ellipse. Dans l'ascidie en place, la moitié de l'ellipse qui renferme le faisceau A est opposée à la tige, on peut par conséquent la désigner sous le nom de moitié externe ou antérieure.

Lorsque les faisceaux ont pris la disposition en triangle que je viens de décrire, des modifications importantes s'opèrent dans le tissu parenchymateux, modifications qui ne peuvent être bien comprises, si l'on n'a suivi attentivement les changements de structure, qu'a éprouvé ce tissu depuis la base de l'organe jusqu'à ce niveau. Le parenchyme hétérogène de la région basilaire se transforme en effet, peu à peu, en un tissu complètement différent, formé de grandes cellules régulières disposées en assises bien nettes et dans lequel on distingue trois zones : 1° une zone externe ou sous-hypodermique, composée de trois assises de cellules obscurément polyédriques, laissant entre elles quelques méats ; 2° une zone moyenne épaisse de quatre à cinq assises, formée de grandes cellules polyédriques ; 3° une zone interne constituée par des cellules de même forme, mais beaucoup plus petites situées entre les faisceaux ou les entourant L'hypoderme a, lui aussi, cessé d'être composé de cellules irrégulières, tous ses éléments sont devenus successivement cubiques. Quant à l'épiderme, il n'a pas éprouvé de différenciation appréciable.

A partir du triangle vasculaire, l'assise sous-épidermique commence la première à se modifier, elle perd ses caractères d'hypoderme, d'abord dans toute la moitié postérieure de l'ellipse, puis dans la moitié antérieure sauf en face des faisceaux. Presque en même temps les cellules de la zone interne augmentent de diamètre et constituent bientôt un parenchyme lâche à grandes cellules.

Les cellules des deux autres zones arrondissent peu à peu leurs contours et deviennent largement méatiques, cependant celles qui se trouvent dans la moitié antérieure, au dos des faisceaux, conservent leur forme polyédrique. Plus haut, le nombre des assises augmente considérablement dans la moitié postérieure, en même temps que les cellules diminuent de dimen-

sion, et laissent entre elles des méats plus grands; bientôt, dans le parenchyme à petites cellules qui constitue cette moitié de l'ellipse, on voit certaines cellules disposées suivant un arc à concavité tournée vers le faisceau A, prendre chacune une cloison transversale qui les divise en deux moitiés, qui ne tardent pas à se séparer l'une de l'autre, laissant ainsi dans le parenchyme une fente demi-circulaire qui peu à peu s'élargit, devient triangulaire, puis losangique et enfin circulaire ou plutôt elliptique. Les coupes faites à ce niveau (fig. 2, en bas) ont la forme de couronnes légèrement aplaties dont la moitié antérieure renferme les trois faisceaux A, B, C, accompagnés de faisceaux plus petits, et la moitié postérieure un certain nombre de faisceaux, dont je donnerai plus loin l'origine.

La structure de la moitié antérieure est peu modifiée dans son ensemble ; à l'exception des cellules des assises comprises entre les trois faisceaux, qui se sont allongées radialement et ont pris de nombreuses cloisons tangentielles, on n'observe que peu de changements dans les autres parties.

Dans l'autre moitié, au contraire, les différences sont plus marquées, en effet les cellules de la périphérie constituent un véritable tissu lacuneux, tandis que celles voisines de la fente sont sur une épaisseur de plusieurs assises allongées radialement et cloisonnées tangentiellement.

La cavité centrale est bordée au début de grandes cellules cubiques, qui deviennent peu à peu tabulaires.

La course des faisceaux est assez intéressante à suivre dans la région supérieure de l'ascidie. J'ai montré plus haut que le système vasculaire de cet organe était composé de trois gros faisceaux disposés en triangle ; un peu avant que le tissu parenchymateux ne montre la fente dont j'ai décrit le mode de formation, le faisceau A se dédouble parallèlement au grand axe de l'ellipse, celui des demi-cercles formés qui est tourné vers l'extérieur reste à l'état de secteur circulaire et se continue sous cette forme jusqu'au bord libre; l'autre moitié se divise en un grand nombre de petits faisceaux à liber collatéral qui vont se disposer dans la moitié de l'ellipse, sui-

vant un arc dont la partie convexe est tournée vers l'extérieur.

C'est à ce moment que se forme la fente en dedans de cet arc et parallèlement à lui (fig. 2, au milieu).

Plus haut apparaissent de nombreux petits faisceaux nés du secteur semi-circulaire qui représente le faisceau A et se plaçant entre lui et les deux faisceaux B et C. Ceux-ci conservent leur forme de disque, jusque près du bord libre, et ne se ramifient que dans la région supérieure de l'entonnoir.

Structure de la feuille normale. — Connaissant maintenant l'organisation intime de ces productions anormales, je vais essayer de chercher à homologuer les diverses parties de l'ascidie à celles qui leur correspondent dans la feuille normale.

Je vais donc décrire rapidement l'organisation d'une de ces feuilles normales et comparer ces nouveaux résultats avec ceux donnés plus haut.

Les feuilles de Chou sont, on le sait, presque sessiles, car leur pétiole montre dès la base des expansions foliacées qui se continuent avec le limbe; elles reçoivent de la tige cinq arcs vasculaires, composés chacun de trois faisceaux. Ces cinq groupes de faisceaux occupent toute la portion convexe du pétiole et sont disposés de part et d'autre du plan de symétrie de cet organe, le plus important étant situé dans ce plan. A une faible distance de l'insertion, les groupes pairs s'unissent entre eux, de sorte que le pétiole ne renferme plus que deux arcs vasculaires latéraux L et un arc médian M; un peu plus haut de nouveaux faisceaux se séparent de l'arc médian et vont se porter dans la région concave du pétiole qu'ils quittent ensuite pour venir s'unir aux arcs latéraux L.

Ces faisceaux représentent les branches anastomotiques de l'arc médian avec les arcs latéraux, aussi lorsque l'anastomose a eu lieu, ce qui se produit chaque fois que les faisceaux latéraux envoient une ramification dans le limbe, de nouveaux faisceaux se détachent de l'arc médian et viennent se placer au-dessus de lui.

Le pétiole est entouré par un épiderme formé de cellules cubiques, plus petites dans la partie concave que dans la partie convexe.

L'assise sous-jacente présente, dans la portion convexe, les caractères d'un hypoderme dont les cellules, de même forme que les cellules épidermiques, sont plus grandes qu'elles. Dans le parenchyme, on distingue deux régions : l'une comprise en dedans du demi-cercle formé par les trois faisceaux et composée des cellules petites à contours arrondis, laissant entre elles de petits méats ; l'autre située en dehors de ce demi-cercle, c'est-à-dire à la partie inférieure du pétiole, est au contraire composée de cellules polyédriques disposées en assises. Cette région se divise en trois zones, une zone sous-hypodermique formée de petites cellules, une zone moyenne à grandes cellules très régulières et une zone interne, située au voisinage des faisceaux, dont les cellules plus petites sont régulières au dos des faisceaux et se confondent entre ceux-ci, avec les cellules du parenchyme intra-fasciculaire. La structure des nervures ne diffère pas sensiblement de celle du pétiole.

Quant au limbe proprement dit, il se compose de quatre ou cinq assises de tissu en palissade à la face supérieure et d'un parenchyme lacuneux à éléments arrondis à la face inférieure ; l'hypoderme n'existe qu'au dos des gros faisceaux, et l'épiderme est formé de très petites cellules rectangulaires en coupe.

Comparaison de l'ascidie et de la feuille normale. — Ce qui frappe au premier abord dans l'anatomie comparée de la feuille et de l'ascidie, c'est le grand développement que prend dans ce dernier organe la structure pétiolaire ; on la rencontre en effet dans toute la portion massive du tube et dans la portion évidée, elle occupe au début la totalité de la moitié antérieure et se limite ensuite au dos des faisceaux.

La véritable structure du limbe ne s'observe que dans la région supérieure de l'organe, car le tissu qui constitue le parenchyme de la moitié inférieure de l'entonnoir forme une sorte d'intermédiaire entre le tissu du limbe et le tissu du pétiole.

L'ascidie peut donc être considérée comme une feuille longuement pétiolée dont le limbe peu développé offre des nervures coalescentes entre elles sur une grande longueur.

Sa structure correspond à celle d'une feuille enroulée sur elle-même et soudée par ses bords; en effet, dans toute sa portion pétiolaire les deux moitiés antérieures et postérieures ont la même structure que la moitié inférieure du pétiole de la feuille normale et dans la région limbaire les assises de cellules qui représentent le tissu en palissade sont tournées vers la cavité de l'organe.

La distribution des faisceaux, qui est liée à la forme de l'organe, peut être ramenée facilement à celle que l'on trouve dans la feuille normale. En effet, le faisceau axile de la base qui est l'homologue du faisceau médian du pétiole occupe la position centrale, par suite de la forme complètement cylindrique de la région basilaire; les faisceaux latéraux auxquels correspondent les faisceaux B et C, n'ayant pu se former dans cette région trop étroite pour les contenir, sont devenus des ramifications du faisceau médian au lieu de naître directement de la tige. De même, les branches anastomotiques du faisceau médian du pétiole avec les faisceaux latéraux représentées par les faisceaux qui se détachent de A dans la partie supérieure du pétiole de l'ascidie passent directement dans le limbe sans s'anastomoser parce qu'à ce niveau le tissu qui répond au tissu du limbe est réuni au pétiole.

La forme discoïde des faisceaux qui peut être considérée comme une exagération de la forme arquée des faisceaux du pétiole est aussi déterminée par la sorte d'enroulement que paraît avoir éprouvé l'organe. Au début, en effet, lorsque le faisceau A se détache des faisceaux caulinaires, il est composé, comme les faisceaux du pétiole normal, de trois petits faisceaux disposés en arc, un médian *a* et deux latéraux *b* et *c;* bientôt le faisceau *a* s'élargit et prend la forme de secteur circulaire, en même temps que les faisceaux *b* et *c* s'unissant l'un à l'autre constituent un deuxième secteur. Chacun des deux secteurs prend peu à peu la forme semi-circulaire et ne tarde pas à s'unir à l'autre par sa portion vasculaire; les arcs libériens ne se rejoignant que dans la région basilaire de l'ascidie, l'espace qui les sépare constitue un des grands rayons libériens que j'ai signalés lors de la description du faisceau A.

La production d'ascidie chez le Chou est-elle due à une cause mécanique inconnue ou peut-elle être imputée à la piqûre de quelque insecte?

Cette dernière hypothèse me paraît au moins vraisemblable; en effet dans toute la portion massive du tube s'étend une sorte de canal très irrégulier (fig. 2 et 3, *n*), qui se distingue aisément de la fente résultant de la séparation des bords du limbe, car il est tapissé de cellules à parois déchirées. En dedans de celles-ci se trouve une couronne de plusieurs assises de cellules à très grand diamètre, allongées radialement et divisées par des cloisons transversales nombreuses. Cette couche de cellules présente tous les caractères d'un tissu hypertrophié par suite du contact avec quelque corps étranger.

Ce canal qui vient aboutir dans la cavité de l'entonnoir existait dans les deux ascidies que j'ai eu l'occasion d'étudier, à l'état de fente étroite, dans toute la région moyenne du tube jusqu'à la cavité de l'entonnoir, il s'élargissait dans la région inférieure et près de l'insertion en une véritable chambre bordée de plusieurs assises de cellules mortes. Il est probable que c'est dans cette cavité que s'est développé l'insecte et que c'est sa présence qui a déterminé les nombreux cloisonnements qu'ont éprouvés les cellules de cette région, cloisonnements qui ont produit ce parenchyme hétérogène dont j'ai décrit la structure au début de ce travail; quant au canal lui-même, il représente le passage que cet hôte momentané s'est frayé au travers des tissus pour arriver à la lumière.

Si un insecte est intervenu dans la production de l'ascidie, son action a dû se manifester de très bonne heure, probablement lorsque la feuille n'était qu'à l'état de mamelon parenchymateux. C'est ce qui permettrait d'expliquer la sorte de concrescence des bords qui a accompagné l'enroulement.

En résumé, les ascidies du Chou peuvent être comparées par leur structure à des feuilles longuement pétiolées qui auraient éprouvé un enroulement sur elles-mêmes, accompagné d'une soudure plus ou moins complète des bords entre eux.

REVUE DES TRAVAUX

SUR LA CLASSIFICATION

ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE

PUBLIÉS EN 1888 ET 1889 (*Suite*).

Silénées.

M. Rouy (1) donne une longue description du *Silene cordifolia* All., espèce assez répandue dans les régions alpine et subalpine des Alpes-Maritimes, décrite par une diagnose trop brève dans la flore d'Ardoino. Cette espèce doit prendre place dans la flore française entre les *S. Vallesia* L. et *pauciflora* Salmz.

Nous trouvons en outre sur certaines espèces de cette famille quelques observations éparses çà et là. M. Guillon (2) décrit une var. *Pourretianus* du *Dianthus vaginatus* Vill. et une autre, qu'il nomme *gracilis*, du *D. virgineus* L.; M. Giraudias (3) donne une nouvelle description, plus correcte selon lui, du *D. brevistylus* Timb. Lagrave, et M. Camus (4) signale aux environs de Dieppe une variété *maculata* du *Silene oleracea* Bor.

Enfin MM. Magnin (5) et Giard (6) signalent de nombreux cas d'hermaphrodisme et quelques modifications florales produites chez le *Lychnis dioïca* D.C. par l'apparition de l'*Ustilago antherarum* Tul. Suivant M. Magnin ce parasite du *Lychnis dioïca* produit des effets différents suivant le sexe de la plante : chez les pieds mâles il ne cause qu'une légère déformation des anthères et le

(1) Loc. cit., 1888, p. 43.
(2) Guillon : *Dianthus virgineus* L.; *D. vaginatus* Vill. var. *Pourretianus* (Bull. Soc. dauphinoise, 1888-89, p. 604 et 629).
(3) Loc. cit., p. 11.
(4) E. G. Camus : *Une herborisation à Pourville près Dieppe* (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 408).
(5) A. Magnin : *Sur l'hermaphrodisme du Lychnis dioïca atteint d'Ustilago* (Compt. rend. de l'Acad. des Sc., 1888); *Sur l'hermaphrodisme parasitaire et le polymorphisme floral du Lychnis dioïca D.C.* (Bull. scient. de la France et de la Belgique, 1889, p. 158).
(6) A. Giard : *Sur la castration parasitaire du Lychnis dioica L. par l'Ustilago antherarum Fr.* (Compt. rend. de l'Acad. des Sc., 1888 et Bull. scient. de la France et de la Belgique, 1889, p. 153).

remplacement du pollen par les spores d'*Ustilago*; chez les pieds femelles, il provoque dans la fleur l'apparition des étamines, seul organe où il puisse développer ses corps reproducteurs. De plus l'influence du parasite se manifeste sur les styles et les étamines par une atrophie partielle, qui atteint surtout les styles mais raccourcit aussi les étamines. Les recherches de M. Magnin ont porté sur 1189 fleurs de Lychnis récoltées sur autant de pieds différents, 72 étaient atteintes d'Ustilago; sur 1004 de ces plantes examinées plus attentivement il y avait 535 pieds mâles, 432 femelles et d'apparence hermaphrodite, soit pour ces derniers un peu moins de 4 p. 100 du nombre total et 9 p. 100 du nombre des pieds femelles.

M. Giard avait déjà, dès 1869, signalé de concert avec M. Max. Cornu des faits de ce genre; depuis il a fait de nombreuses observations dans le nord de la France, où l'*Ustilago antherarum* est très commun, non seulement sur le *Lychnis dioïca*, mais aussi sur le *Silene inflata* et le *Stellaria holostea*. De plus, les travaux de M. Magnin montrant les effets remarquables de variabilité chez les divers pieds femelles de *Lychnis* envahis par l'*Ustilago* concordent absolument avec ses observations sur les Crustacés châtrés par les Bopyriens ou les Rhizocéphales; aussi généralise-t-il la question et il donne le nom de *castration parasitaire* à l'ensemble des modifications produites par un parasite animal ou végétal sur l'appareil générateur de son hôte ou sur les parties de l'organisme en relation avec cet appareil. Cette castration parasitaire est dite *androgène* lorsqu'elle fait apparaître dans le sexe femelle certains caractères appartenant ordinairement au sexe mâle; la castration du *Lychnis dioica* par l'*Ustilago antherarum* est une castration androgène. Elle est *thélygène*, au contraire, lorsqu'elle produit chez le mâle des caractères du sexe femelle; nous en verrons un exemple plus loin chez un *Carex*. Enfin, elle est *amphygène* lorsqu'elle mêle les caractères des deux sexes en développant dans chacun d'eux des caractères du sexe opposé.

Alsinées.

Rarement nom spécifique fut mieux appliqué que celui d'*Arenaria controversa*. La fixation de l'état civil de cette petite Alsinée a exercé et mis souvent en défaut pendant près de trente ans la sagacité de quelques-uns des botanistes descripteurs les plus érudits de ce siècle. M. Malinvaud (1) pour fixer ce long débat relève toute la synonymie à laquelle il a donné lieu; à son avis l'*A. hispida* L. et l'*A. controversa* Boiss. sont deux variétés de la même espèce.

M. Rouy (2), dans ses Suites à la Flore de France, donne la description du *Mœhringia papulosa* Bertol., mal décrit par Ardoino. Cette plante n'est pas française; elle se trouve dans la région naturelle des Alpes-Maritimes françaises, mais sur la frontière italienne.

(1) E. Malinvaud : *Arenaria controversa Boiss.* (Bull. Soc. bot. Rochelaise, 1888, p. 25).

(2) Loc. cit., 1888, p. 44.

Elatinées.

M. Lloyd, dans la dernière édition de sa « Flore de l'ouest », décrit comme espèce distincte, sous le nom d'*Elatine inaperta*, un *Elatine* assez commun aux environs de Nantes et de la Sèvre, sur les vases de la Loire exposées à la marée, et se distinguant de l'*E. triandra* Schk. par les fleurs dont le calice et la corolle ne s'étalent jamais. Selon M. Rouy (1), cet *Elatine* est une sous-espèce de l'*E. triandra*; au contraire, cette forme étudiée avec soin par M. Le Grand est considérée par ce botaniste et par M. Nyman (2), qui adopte son opinion, comme un simple état cleistogame de l'*Elatine triandra*.

Malvacées.

M. Baichère (3), sous le nom de *Malva parviflora-nicæensis* distribue une Mauve qui croît à Carcassonne en compagnie du *M. nicæensis* et du *M. silvestris* et qu'il croit être un hybride.

Géraniées.

Dans cette famille, comme espèces françaises à ajouter à la flore de Grenier et Godron, M. Rouy (4) décrit le *Geranium macrorhizum* L., cultivé dans nos jardins, mais spontané dans les Alpes-Maritimes et en Ligurie, non loin de la frontière française; puis le *G. Perreymondi* Schuttleworth et Huet, cité sans description dans le catalogue des plantes de Provence de M. Roux. Cette dernière espèce que l'on trouve dans le Var et les Alpes-Maritimes n'est pas à proprement parler une espèce nouvelle; elle a été décrite par Grenier et Godron et par Ardoino sous le nom de *G. bohemicum* L. Il résulte des études de M. Rouy que le *G. bohemicum*, qui existe dans les Alpes de Bex (canton de Vaud) et du Valais, n'est pas une espèce française; les formes décrites sous ce nom appartiennent au *G. Perreymondi*. Les deux espèces diffèrent entre elles par les feuilles, les pédicelles, les fleurs et les graines.

Hypéricinées.

M. Giard (5) signale de nouveaux cas de castration parasitaire observés chez l'*Hypericum perforatum* attaqué par le *Cecidomya Hyperici* Bremi et l'*Erysiphe Martii* Lev.

Papilionacées.

Les *Medicago glomerata* Balbis, *Oxytropis Lapponica* Gaudin, *Phaca frigida*

(1) Loc. cit., 1888, p. 44.

(2) C.-F. Nyman : *Conspectus floræ Europeæ, Supplément*, II, 1889, p. 70.

(3) Baichère : *Malva parviflora-nicæensis* (Bull. Soc. Dauphinoise, 1889, p. 031).

(4) Loc. cit., 1888, p. 68.

(5) A. Giard : *Sur la castration parasitaire de l'Hypericum perforatum L. par le Cecidomya Hyperici Bremi et par l'Erysiphe Martii Lev.* (Compt. rend. Acad. Sc., t. CIX, nº 8).

L.) Jacq., *Vicia elegantissima* Shuttleworth et *Hippocrepis multisiliqua* L., n'ont été signalés en France et en Corse que depuis la publication de la flore de Grenier et Godron ; M. ROUY (1) étudie successivement chacune de ces espèces. Voici le résultat de ses observations à leur sujet.

Le *Medicago glomerata* est bien distinct des *M. falcata*, *media* et *sativa* ; il est plus voisin du *M. glomerata* Balb. du Caucase dont quelques auteurs l'ont considéré comme synonyme, mais en est toutefois séparé par les fleurs plus grandes, les gousses courbées en spirale mais à un seul tour, les feuilles dentées latéralement, les stipules dentées et des poils glanduleux plus nombreux.

L'*Oxytropis Lapponica* des Hautes-Alpes et de la Savoie se distingue de l'*O. montana* DC. par les pédoncules sensiblement plus longs que la feuille, les fleurs de moitié plus petites et les gousses pendantes, étroites et grêles. Il diffère beaucoup plus de l'*O. Gaudini* (*O. cyanea* Gren. et Godr.). A propos de cette dernière espèce M. Rouy rappelle que c'est elle qui a été probablement décrite sous le nom d'*Astragalus Leontinus* par Grenier et Godron ; mais il fait en même temps observer que cet *Astragalus* ne doit pas être exclu de la flore française puisqu'il a été recueilli dans les Hautes-Alpes par MM. Bonnier et Pellat.

Le *Phaca frigida*, espèce très distincte, à classer avant le *Phaca alpina* Wulf., existe dans deux localités de la Savoie.

Le *Vicia elegantissima* est une espèce inédite de l'île de Porquerolles dans le Var, rencontrée également en Espagne par M. Rouy. Intermédiaire entre les *V. calcarata* Desf. et *V. monanthos* Desf., elle diffère de ce dernier par l'une des stipules absolument différentes, les feuilles non rétuses tridentées au sommet, les calices à dents très inégales et les gousses à 5-8 graines ; elle se sépare du *V. calcarata* Desf. par les pédoncules non aristés, courts, les pédicelles plus courts que les calices, ceux-ci glabrescents, les styles filiformes, les gousses étroites, les graines lenticulaires, noires, non marbrées, enfin par les tiges à feuilles ténues et son port grêle.

L'*Hippocrepis multisiliqua* existe en Corse. A ce type linnéen, M. Rouy rattache comme variété l'*H. ciliata* Willd. (Gren. et Godr.), de la région des Oliviers ; cette variété diffère seulement du *multisiliqua* par ses feuilles plus étroites et ses gousses à articles souvent moins nombreux, plus hérissées-papilleuses et à sinus ayant issue ordinairement sur le bord concave.

Rappel de quelques autres notes très brèves.

L'une de M. GIRAUDIAS (2) donne la description d'un *Ervum* à fruits presque tous tétraspermes, très voisin du *gracile* : l'auteur croit être en présence d'une espèce méconnue et la nomme *E. nemorale* Giraud.

Deux autres notes de MM. CLAVAUD (3) et COPINEAU (4) étudient les *Vicia aquitanica* et *villosa*.

(1) Loc. cit., 1888, p. 69, 70, 84, 85, 88.
(2) Giraudias : *Ervum nemorale* Giraud. (Bull. Soc. bot. Rochelaise, 1888, p. 26).
(3) A. Clavaud : *Sur le Vicia aquitanica* (Act. Soc. linn. de Bordeaux, 1888).
(4) E. Copineau : *Note sur le Vicia villosa Roth* (Journ. de bot. 1889, p. 31).

Dans un autre article M. OLIVIER (1) sépare le *Lathyrus tenuifolius* Desf. du *L. Clymenum* L. Gren., et Godr. pour en faire une espèce qu'il estime bien distincte et dont il décrit longuement les caractères. Selon lui le *L. articulatus* Gaertn. est synonyme du *L. tenuifolius*.

Citons enfin pour mémoire une note de M. BEAUVISAGE (2) sur les anomalies des feuilles observées chez un *Phaseolus vulgaris*.

Rosacées.

Genre Rubus. — Les formes décrites dans ce genre éminemment critique, le type des groupes descriptifs compliqués et obscurs, sont aujourd'hui si nombreuses et disséminées dans une telle quantité de travaux qu'une monographie générale qui les soumette à une synthèse rigoureuse est absolument devenue nécessaire. Quelques spécialistes éminents, réunis en société (ASSOCIATION RUBOLOGIQUE), y travaillent activement depuis plusieurs années, mais leurs travaux (3) ne sont en réalité qu'une simple réunion de matériaux provisoires qu'il faudra reprendre en entier pour arriver à préciser successivement la synonymie des diverses formes, à établir hiérarchiquement les groupes et à définir la physionomie des régions batologiques ou rubologiques de l'Europe. En attendant la réalisation de cette œuvre importante dont tous les botanistes désirent vivement la publication, deux botanistes ont essayé pour leur région une synthèse de ce genre, nous voulons parler des travaux de MM. Harmand et Bouvet sur les *Rubus* du département de la Moselle et sur ceux de l'Anjou.

M. HARMAND (4), qui paraît être un adversaire acharné de l'école analytique, commence par nous dire comment il entend l'espèce dans le genre *Rubus*. A son sens, une partie des caractères (couleur des organes floraux, poils et glandes) qui ont servi à créer des espèces de Ronces sont trop notoirement variables pour qu'on puisse les prendre au sérieux et la plupart des autres caractères, quoique moins changeants, peuvent néanmoins être le résultat de l'adaptation, et, par conséquent, des formes acquises ou adventives, constituant des races; aussi il conclut qu'au lieu de vouloir séparer et diviser, il faut, au contraire, s'efforcer de rapprocher et de grouper, en ne tenant compte que des caractères les moins variables. M. Harmand croit que l'on pourra de la sorte arriver, pour toute la France, à une cinquantaine de formes assez nettes, parmi lesquelles on choisira quelques types bien accusés et autour desquels on groupera les sous-types qui s'en rapprochent. Il ne croit pas s'écarter beaucoup de la vérité en disant que, en dehors

(1) P. Olivier : *Lathyrus tenuifolius Desf.* (Bull. Soc. bot. Fr. 1888, Sess. extraord. p. XXXVI).

(2) Beauvisage : *Anomalies des feuilles d'un Phaseolus vulgaris* (Bull. trim. Soc. bot. de Lyon, 1888).

(3) Association rubologique : cette association, fondée en 1873, publie tous les ans un bulletin autographié, rédigé par M. Boulay qui en est le directeur.

(4) J. Harmand : *Description des différentes formes du genre Rubus observées dans le département de la Moselle* (Rev. de bot. — Bull. Soc. fr. de bot., 1887-88).

des *R. saxatilis* et *Idæus*, tous les *Rubus* proviennent d'une même souche primitive.

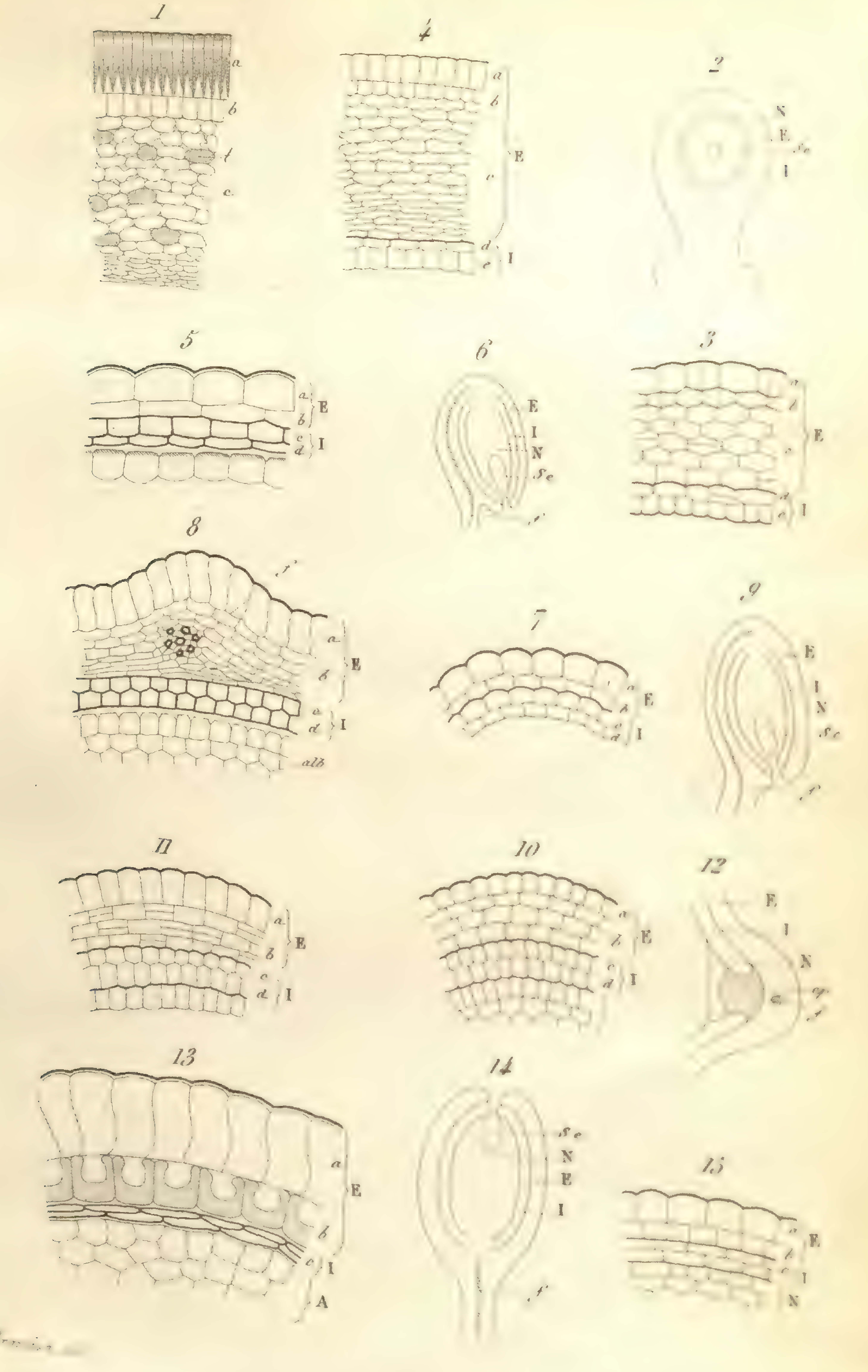
Comme élément important de variabilité, M. Harmand, contrairement à l'opinion de Genevier, admet de fréquentes hybridations ou croisements entre les formes différentes; seulement, comme il est très difficile de reconnaître ces hybrides, il ne faut, ajoute-t-il, se prononcer sur ce point qu'avec la plus grande réserve.

Voyons comment, d'après ces idées, M. Harmand traite dans la partie descriptive de son travail les différentes formes de *Rubus* (*Rubi fruticosi veri*) observées dans le département de la Moselle et sur bien des points de celui de Meurthe-et-Moselle.

Comme il croit à une seule espèce primordiale pour la section des *Rubi fruticosi veri*, il n'admet que des types ou races de premier et de second ordre auxquels il rattache d'autres formes moins importantes et de troisième ordre. Le groupe des *triviales* ou *cæsii* ne renferme qu'un type de premier ordre, le *R. cæsius*, cinq de deuxième ordre, les *R. nemerosus*, *serpens*, *Corylifolius*, *tiliæfolius* et *Godronii*, et trois formes tertiaires, *R. elegans*, *validus* et *degener;* le groupe des *glandulosi*, également un seul type de premier ordre, *R. glandulosus*, dans lequel rentrent trois races secondaires, *R. hirtus*, *rudis* et *radula*, et sept formes moins importantes, *R. horridus*, *Schleicheri*, *hirto-discolor*, *subrudis*, *fasciatus*, *hamatus* et *glanduloso-rudis* ; les *vestiti* sont représentés par un type primaire, *R. vestitus*, et une race secondaire, *R. Lejeunii ;* les *discolores*, par trois types de premier ordre, *R. discolor*, *tomentosus* et *thyrsoideus*, deux de second, *R. collinus* et *rhamnifolius*, et une forme tertiaire, *R. Malgrengianus;* les *silvatici*, par un primaire, *R. vulgaris*, trois secondaires, *R. micans*, *piletostachys* et *silvaticus*, et une forme tertiaire, *R. anomalus* ; enfin les *suberecti*, par les *R. fruticosus* et *nitidus*, types de premier ordre et par le *R. suberectus*, race de second ordre. Soit en résumé trente-six formes, longuement décrites chacune avec l'indication de leurs affinités avec leurs voisines. Une clef analytique conduisant facilement aux principales formes et enfin 50 planches noires dessinées par l'auteur rendent le travail de M. Harmand aussi pratique que possible pour les botanistes de l'est.

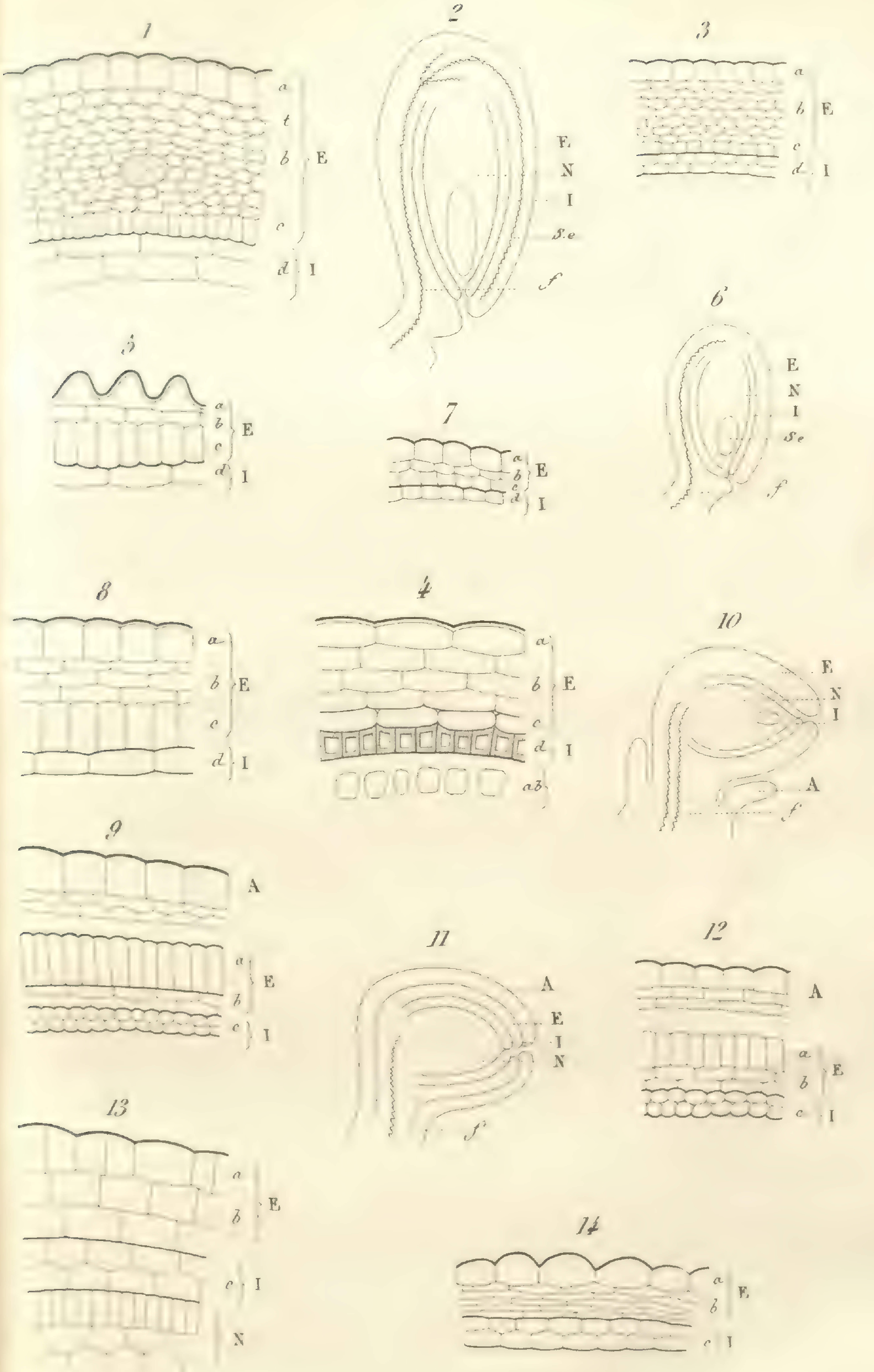
(*A suivre.*)

A. Masclef.



Légumineuses (1-4). Joncées (5-12). Aroïdées (13-15).

Imp. Bry. Paris.



Iridées (1-8) _ Liliacées (9-14).

Imp Bry Paris

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La Revue générale de Botanique paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la ***Revue.***

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Ecoles, à Paris.

VIENT DE PARAITRE :

TRAITÉ
DES
ARBRES ET ARBRISSEAUX
FORESTIERS, INDUSTRIELS ET D'ORNEMENT

Cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France

DONNANT LA DESCRIPTION ET L'UTILISATION D'ENVIRON 1800 ESPÈCES ET 1000 VARIÉTÉS

Par P. MOUILLEFERT

Professeur de sylviculture à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

AVEC UN ATLAS CONTENANT 232 PLANCHES INÉDITES DONT 32 COLORIÉES

« Mon plan, peut être ainsi résumé : il consiste à entreprendre d'exposer l'histoire succincte de tous les principaux arbres, indigènes ou exotiques, que l'on trouve actuellement en Europe, soit dans les forêts, soit dans les collections dendrologiques, soit dans les parcs ou jardins publics ; je parlerai aussi de ceux que l'on rencontre le plus communément dans les orangeries et dans les serres ; en un mot de tous ceux que l'on cultive au triple point de vue : forestier, industriel et ornemental ; c'est-à dire d'environ 1800 à 1900 espèces botaniques et 800 a 900 variétés.

« Avant d'entrer en plein dans mon sujet, j'ai cru devoir commencer par donner quelques notions de Botanique spécialement affectées à l'étude des Arbres.

« Quant a l'histoire des Arbres dont il sera question, elle comprendra quatre parties principales : La première : ce qui concerne la patrie, l'origine et l'aire géographique de l'espèce décrite. La deuxième : les principaux caractères botaniques qui distinguent l'arbre étudié. La troisième partie comprendra les conditions d'existence de l'arbre, c'est-à-dire les sols et les milieux qui lui conviennent, les moyens de reproduction et d'extension dont il dispose. Enfin, dans la quatrième partie j'indiquerai la nature des produits, bois, fruit, écorce, etc., utilisables. J'indiquerai aussi le parti que l'on peut tirer de l'espèce étudiée, au point de vue forestier, ornemental et industriel.

« Je n'ai pas, il va sans dire, la prétention de faire une œuvre parfaite du premier coup : mon travail contiendra certainement des omissions et même des erreurs inévitables dans un sujet aussi vaste ; mais l'essentiel était de commencer à faire « *quelque chose* », de faire un large cadre, ou de mettre l'édifice debout ; les tirages complémentaires ainsi que les éditions qui pourront survenir combleront peu à peu les vides, tout en améliorant l'œuvre ; aussi dans ce but je recevrai toujours avec reconnaissance les observations que mes lecteurs voudront bien me présenter.

« P. MOUILLEFERT. »

MODE ET CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le **Traité des arbres et arbrisseaux** formera un volume de texte de 1060 à 1100 pages et un atlas de 232 planches du format in-8°.

L'ouvrage sera publié en 33 livraisons, chacune de 32 pages de texte, la 1re avec 8 planches noires d'éléments de la botanique des arbres, la deuxième avec 3 planches noires d'éléments de botanique, 3 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée, les suivantes avec 6 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée dans le genre de celles de l'Atlas Masclef.

Il paraîtra deux livraisons par mois

Prix de chaque livraison : 1 fr. 25.

La première livraison est en vente.

En envoyant à l'éditeur, *d'avance et en une fois* la somme de **40 francs**, on recevra l'ouvrage entier, port compris, au fur et à mesure de l'apparition des fascicules, y compris deux cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Le prix de ces deux cartons pour les acheteurs à la livraison est de 2 fr. chacun.

Aussitôt l'ouvrage achevé, le prix en sera porté à 50 francs.

Corbeil. — Imprimerie Crété.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 février 1891

N° 26

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1891

Pages

I. — POROSITÉ DU FRUIT DES CUCURBITACÉES (avec figures dans le texte), par **M. Henri Devaux** 49

II. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LE GENRE CAREX (avec figures dans le texte), par **M. Bordet** 57

III. — DÉVELOPPEMENT DES TÉGUMENTS DE LA GRAINE (avec planches), par **M. Marcel Brandza** (*suite*) 71

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA CLASSIFICATION ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE publiés en 1888 et 1889, par **M. A. Masclef** (*suite*) 85

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 3. — *Développement du tégument des graines* (*Violariées, Résédacées, Cistinées*).

PLANCHE 4. — *Développement du tégument des graines* (*Cistinées, Capparidées, Passiflorées*).

PLANCHE 5. — *Développement du tégument des graines* (*Berbéridées, Géraniées, Papavéracées*).

Cette livraison renferme en outre 5 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

POROSITÉ DU FRUIT DES CUCURBITACÉES

Par M. Henri DEVAUX

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

On s'est souvent demandé de quelle manière les cellules qui sont au centre d'un fruit volumineux et compacte peuvent, pour respirer, recevoir l'oxygène de l'air extérieur. Les nombreux tissus qui les séparent de l'atmosphère ne prennent-ils pas tout l'oxygène avant qu'il arrive dans les couches profondes ? Sans traiter, pour le moment, cette question d'une manière générale, je citerai les expériences que j'ai faites à ce sujet sur les fruits les plus gros qui mûrissent sous nos climats.

Me trouvant au mois de septembre dernier au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, l'idée m'est venue, en voyant dans le jardin un certain nombre d'espèces de Cucurbitacées en pleine fructification, d'étudier la composition des gaz confinés dans leurs fruits.

Mes premières recherches eurent pour objet ceux du Potiron (*Cucurbita maxima*), dont j'avais à ma disposition plusieurs spécimens de 50 centimètres au moins de diamètre. Ces fruits possèdent, comme on le sait, une cavité intérieure, séparée de l'atmosphère extérieure par une épaisseur énorme de tissus, dépassant parfois 20 centimètres, et par une écorce dure, luisante, épaisse de plusieurs millimètres. Dans ces conditions on pouvait s'attendre à voir les gaz internes, confinés profondément au milieu d'une masse énorme de cellules respirant activement, différer notablement de l'air extérieur ; mais il n'en est pas ainsi. En effet, la composition de cette atmosphère,

d'après la moyenne faite entre quatre analyses de gaz, pris depuis 6 heures du matin jusqu'à 10 heures et demie du soir, les 20, 23 et 24 septembre, était :

CO^2	2,52
O	18,29
Az	79,19
	100,00

D'autres fruits de Cucurbitacées me donnèrent un résultat analogue ; c'est ainsi, par exemple, que la moyenne des analyses de neuf prises de gaz faites sur un même fruit de *Cucurbita melanosperma*, du 19 au 24 septembre, à diverses heures de la journée, était de :

CO^2	2,84
O	17,89
Az	79,28
	99,99

En présence de données si concordantes, la conclusion était facile à présumer. Pour que la composition de l'atmosphère interne du fruit soit encore relativement si voisine de celle de l'air il faut qu'il y ait nécessairement des échanges gazeux très faciles entre l'intérieur de ce fruit et l'air extérieur. Dès lors il ne restait plus qu'à établir expérimentalement l'existence de ces échanges. Voici comment j'ai opéré (Voyez fig. 6).

J'ai adapté aux fruits précédents (*Cucurbita maxima* et *C. melanosperma*) un tube de verre communiquant d'une part avec la cavité interne, d'autre part avec un manomètre à eau. Un mastic fermait parfaitement les joints entre le tube et l'écorce. J'ai vérifié du reste cette fermeture en la couvrant d'une légère couche d'eau et en soufflant par le tube de verre ; aucune bulle ne s'échappait. L'appareil étant relié au manomètre, l'atmosphère des tubes et celle du fruit formaient une masse gazeuse confinée dont le manomètre devait indiquer la pression. Je m'attendais à observer une différence, positive ou négative, entre la pression des gaz internes et celle de l'air extérieur. Mais il ne s'en produisit aucune. A aucun moment les manomètres n'indi-

quèrent une différence de niveau appréciable. Bien plus, lorsque par un moyen quelconque j'établissais à l'intérieur une différence de pression de quelques centimètres d'eau, on voyait les niveaux du manomètre rétablir leur égalité primitive en

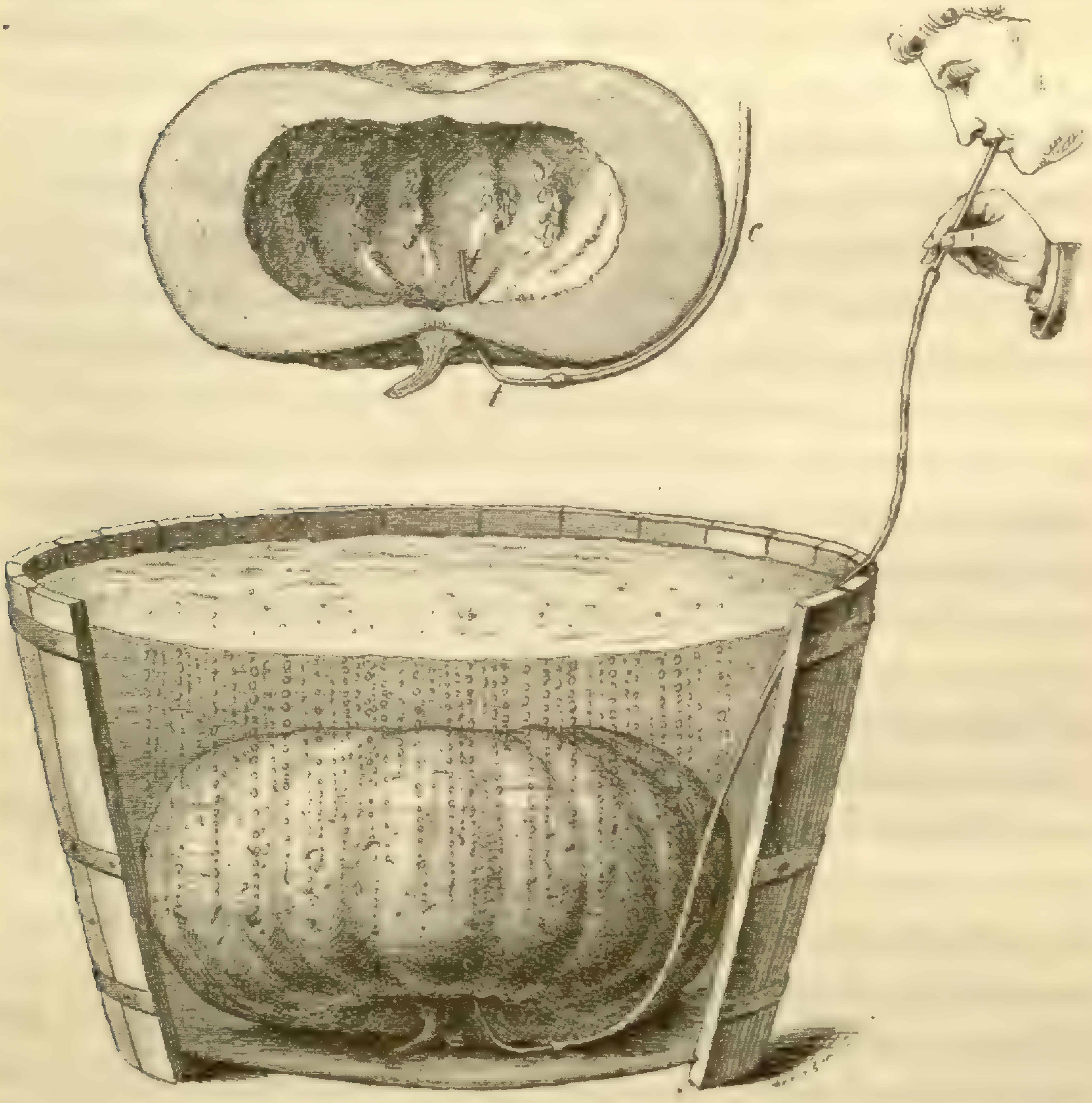


Fig. 6. — Expérience pour montrer la communication entre l'atmosphère interne et l'air extérieur, dans les fruits de Cucurbitacées ; la figure du haut montre le tube en caoutchouc *c*, et le tube en verre, luté, *t*. Dans la figure du bas, on voit les bulles sortir en grand nombre par les lenticelles, quand on souffle dans le tube en caoutchouc.

quelques minutes. Pour les énormes fruits du Potiron, cet effet se produisait en moins d'une minute. Cependant aucune ouverture ne s'était produite dans le mastic ; d'autre part, la cavité des tubes manométriques communiquait certainement avec la cavité interne du fruit, car il suffisait de comprimer avec les deux mains les parois de celui-ci pour faire osciller l'eau du ma-

nomètre, la flexibilité de ces parois étant suffisante pour transmettre à l'air interne la compression qu'elles subissaient. Mais cette compression disparaissait rapidement, de même que la dépression qui apparaissait ensuite, lorsqu'on cessait de comprimer.

Afin de découvrir par où l'air pouvait passer si vite, je plaçai ce fruit tout entier, encore attaché à sa tige, dans un baquet plein d'eau (fig. 6). Le tube *t* qui donnait accès dans la cavité interne était relié à un tube de caoutchouc *c*. En soufflant fortement par le tube, j'envoyai dans l'intérieur du Potiron de l'air comprimé. Aussitôt une immense quantité de bulles se mit à se dégager de toutes parts. Aucune région notable de la surface n'en était dépourvue. En submergeant entièrement l'énorme fruit, l'aspect devint des plus curieux. Le jardinier qui m'avait aidé à déplacer cette masse volumineuse sans briser la tige qui rattachait le fruit à la plante mère, caractérisa ce qu'on voyait en disant que cela ressemblait à une fourmilière de bulles. Ces bulles avaient une grosseur variable, les unes étaient très petites, d'autres atteignaient le volume d'un grain de chanvre.

Elles s'échappaient surtout par les petites éminences blanchâtres, allongées et dirigées dans tous les sens, qui rendent verruqueuse toute la surface du fruit. Ces petites éminences sont simplement des lenticelles. Leur longueur est de 1 centimètre environ et leur largeur de 1 à 3 centimètres.

Les gaz peuvent également sortir par d'autres régions, par exemple, par les petites craquelures de la surface.

Cette expérience nous prouve avec certitude, non seulement la porosité de la surface, mais encore celle des tissus sous-jacents, si épais qu'ils soient. Non seulement la surface est criblée d'ouvertures, mais au-dessous d'elle nous pouvons encore affirmer l'existence d'une multitude de canaux pleins d'air, reliant la cavité avec l'extérieur; en effet, l'anatomie confirme en tous points cette prévision de l'expérience physiologique. Les coupes transversales faites en travers de ces tissus montrent que les méats internes sont extrêmement développés; ils communiquent librement entre eux et forment un réseau d'espaces

pleins d'air, apportant à toutes les cellules l'oxygène qui leur est nécessaire. Leur volume et leur développement sont si grands que la chair de ce fruit en est rendue spongieuse. On suit très facilement leur libre communication avec l'air libre dans toutes les régions verruqueuses, signalées précédemment, c'est-à-dire partout où existe une lenticelle.

La pureté relative de l'air contenu dans la cavité interne du fruit du Potiron n'a dès lors plus rien de surprenant. La surface est percée d'une infinité de petits trous et le tissu lui-même peut être comparé à une éponge. L'air libre peut donc arriver au centre avec la plus grande facilité, selon les besoins de la respiration et malgré l'épaisseur des tissus à traverser.

Chez bon nombre de fruits d'autres Cucurbitacées il existe aussi des lenticelles corticales, par où l'air doit surtout pénétrer; mais il en est un plus grand nombre dont le fruit a une surface parfaitement lisse et où les lenticelles font absolument défaut. Dans ce cas cependant, on obtient encore des bulles en soufflant de l'air dans la cavité interne, le fruit étant plongé sous l'eau. Ces bulles ne se dégagent pas comme précédemment, elles sont éparses irrégulièrement, et grossissent souvent beaucoup avant de se détacher. Ainsi pour le gros fruit ellipsoïde du *Cucurbita melanosperma* dont j'avais analysé l'atmosphère interne, on obtient seulement quelques bulles très grosses qui souvent glissent, collées à la surface cireuse du fruit, avant d'arriver à se détacher. Du reste la quantité de bulles qui se produisent ainsi est variable selon les individus étudiés. Ce phénomène paraît tenir essentiellement à la petitesse des ouvertures par où s'échappe le gaz. Le microscope montre que ces ouvertures sont, dans le cas présent, des *stomates*. L'on sait que l'eau ferme, par capillarité, ces faibles ouvertures avec la plus grande facilité, et que la fermeture résiste ensuite à une assez forte compression de l'air interne. J'en ai eu la confirmation expérimentale sur des fruits de Cucurbitacées, mais il me paraît inutile de m'arrêter à un phénomène si souvent observé dans d'autres circonstances.

Il semble aussi que la porosité, ou pour mieux dire la possibilité de dégager des bulles sous l'eau sous l'effort d'une compression gazeuse interne, varie avec l'âge.

J'ai fait à ce point de vue quelques essais sur des fruits de *Cucurbita maxima* de grosseurs différentes. Chaque fois j'ai constaté le dégagement de bulles sous l'eau, en comprimant l'air interne. Mais cette porosité est plus faible à l'état jeune qu'elle ne le devient plus tard. Dans le premier cas, en effet, les stomates seuls peuvent la produire ; plus tard, au contraire, les lenticelles s'ouvrent largement et concourent activement aux échanges.

Enfin la porosité varie avec les espèces et les variétés. Les exemples cités plus haut le montrent déjà suffisamment; les suivants en sont la confirmation. Les fruits de Courge (*Lagenaria sphœrica*) donnent des bulles assez nombreuses, se détachant tardivement, et sortant par les stomates. Dans la variété cultivée dite Courge galeuse, les bulles sont rares, grosses et se produisent surtout dans les anfractuosités des tubérosités du fruit. L'un des fruits qui m'a paru, d'après mes essais, dégager le plus difficilement des bulles sous l'eau, est le Patisson jaune dit Bonnet d'électeur (variété du *Cucurbita Pepo*). Il n'en donnait que de très rares et sous une forte pression. Au contraire diverses variétés de Coloquinte semblent posséder une très grande porosité. La fermeture des stomates par l'eau doit jouer dans tous ces cas un rôle considérable.

Quand on pique sur un point quelconque l'un des fruits étudiés pendant que l'air est sous pression à l'intérieur, un jet de bulles sort en général par le point blessé. Ceci montre que l'on a ouvert au dehors des lacunes aérifères qui sont en communication facile avec l'intérieur. Si l'on enlève progressivement des couches minces, en un point donné, on arrive très vite au tissu lacuneux donnant des bulles. Ordinairement le dégagement se produit dès qu'on a pénétré à une profondeur variant entre 1 et 4 millimètres ; ce n'est qu'exceptionnellement, sur le Patisson jaune, signalé précédemment, qu'il m'a fallu pénétrer à près de 1 centimètre de profondeur avant de voir les bulles se dégager

facilement. Il en résulte ce fait important que l'écorce du fruit étant beaucoup moins poreuse que les tissus qu'elle contient, c'est cette écorce qui limite le plus l'atmosphère interne d'avec l'extérieur; tous les gaz qu'elle renferme au-dessous d'elle, soit dans les méats, soit dans la cavité quand celle-ci existe, sont en relations directes et faciles entre eux et se mettent en équilibre. Il est donc très probable que la composition des gaz, en diverses régions des tissus, varie fort peu : il y a sensiblement *une seule composition gazeuse* pour l'atmosphère des tissus, que ces tissus soient profonds ou superficiels.

Mesure de la porosité. — Les quelques essais expérimentaux dont je viens de parler ne comportent aucune mesure ; ils montrent seulement le phénomène de la porosité. J'ai essayé de mesurer celle-ci chez quelques sujets. En reliant au moyen d'un long tube de caoutchouc le tube communiquant avec la cavité interne d'une Coloquinte (variété cultivée dite C. forme poire verte rayée) avec un autre tube de verre contenant un index d'eau d'une longueur déterminée, j'ai pu produire soit une aspiration, soit une compression de l'atmosphère interne. Il suffisait pour cela de placer le tube contenant l'index liquide dans une direction verticale : l'index en descendant aspirait ou comprimait l'air selon le sens établi. J'ai reconnu pour le sujet étudié que pour un index de 75 millimètres d'eau, le volume échappé en une minute est de $4^{cc},00$. — Ce volume reste le même qu'il y ait aspiration ou compression ; le volume du gaz sorti étant aussi proportionnel à la différence de pression établies, comme je l'ai reconnu dans d'autres expériences, on peut calculer facilement que :

pour une différence de pressions égale à...	1^{cm} d'eau.
agissant pendant un temps égal à.........	1 heure.
le volume de gaz sorti serait de..........	$3^{cc},2$.

Si l'on appelle porosité totale d'une surface quelconque le nombre de centimètres cubes d'air traversant cette surface en une heure, pour une différence de pression égale à 1 centimètre d'eau, la porosité totale de ce sujet est exprimée par le nombre 3,2.

J'ai mesuré la porosité totale d'autres fruits. Par exemple

pour deux fruits semblables de la Coloquinte dite forme orange, j'ai trouvé les chiffres suivants :

Premier fruit.........................	porosité = $20^{cc},4$.
Deuxième	= $26^{cc},1$.

Ces chiffres sont voisins.

Je n'ai donné tous ces essais que comme une indication de ce qu'il y aurait lieu de faire d'une manière plus étendue, et pour préciser l'idée que l'on doit avoir de l'appareil aérifère de ces fruits.

Mesure de la surface perforée. — Il en est de même de la mesure de la surface perforée que j'ai faite sur un fruit de *Lagenaria sphœrica*. Ce fruit, d'une surface d'environ 60 centimètres carrés, possédait environ 80,000 stomates, d'après la numération de ceux qu'on voyait dans le champ du microscope. Chaque ouverture de stomate avait une surface approximative mesurée au micromètre de $192\mu^2$, soit $0^{mm^2},000192$. Pour la surface totale du fruit il y avait donc une surface trouée égale à $0,000192 + 80,000 = 15^{mm^2},36$.

On voit que l'atmosphère interne communique avec l'atmosphère externe par un ensemble de trous de près de 1/6 de centimètre carré. Ceci doit amplement suffire aux besoins de la respiration bien que, par de si fines ouvertures, les échanges diffusifs soient probablement fort différents de ce qu'ils seraient pour une grande ouverture de même surface totale.

En résumé, les conclusions principales qu'on peut tirer de ces expériences sont les suivantes :

L'atmosphère interne du fruit des Cucurbitacées communique avec l'air extérieur par l'intermédiaire d'une multitude de canaux aboutissant soit à des stomates, soit à des lenticelles.

La proportion de l'oxygène dans l'atmosphère interne de ces fruits est assez voisine de celle de l'air. La proportion d'acide carbonique s'est montrée inférieure à 3 p. 100 dans mes analyses (1)

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LE GENRE *CAREX* (1)

Par M. BORDET

Depuis les recherches de Duval-Jouve (2), le genre *Carex* a plusieurs fois attiré l'attention des anatomistes.

En 1880 nous trouvons un travail de M. Klinge sur les racines des Cypéracées (3).

En 1887, M. Mœbius (4), dans une étude détaillée des faisceaux à bois concentrique des rhizomes des monocotylédones, a constaté leur présence dans les tiges souterraines des *Carex*.

L'année suivante, M. Laux (5) dans un travail sur les faisceaux des rhizomes de quelques genres de monocotylédones a signalé, dans quelques espèces du genre *Carex*, la présence de faisceaux à bois collatéral au liber.

Enfin, mes propres recherches, dont je soumets aujourd'hui le résultat au public, ont eu pour objet l'anatomie comparée des rhizomes, des tiges aériennes et des feuilles d'un grand nombre d'espèces de *Carex*.

Mon but, en les entreprenant, a été de chercher si l'anatomie ne pourrait pas être de quelque utilité pour la détermi-

(1) Ce travail a été fait au loboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. le professeur Gaston Bonnier.

(2) Duval-Jouve : *Sur quelques tissus de Joncées, de Cypéracées et de Graminées.* Bull. soc. Botanique de France, t. XVIII. *Sur une forme de cellules épidermiques qui paraissent propres aux Cypéracées.* Bull. soc. Bot., 1873.

(3) Klinge : *Vergleichende histologische Untersuchung der Gramineen und Cyperaceen-Wurzeln*, 1880.

(4) Mœbius : *Ueber das Virkommen concentrischer Gefæssbundel mit centralen Phlœm und periperischen Xytem*, 1887.

(5) Laux : *Beitrag zur Kenntniss der leitbundel in Rhizom monocotyler Pflanzen.* V. der Bot. Vereins der Brandeburg, 1888.

nation des diverses espèces de ce genre difficile ; si les résultats auxquels je suis arrivé sont presque négatifs, ils n'en sont pas moins intéressants à signaler.

Je commencerai ce travail par l'étude des rhizomes ; ce sont, en effet, ces parties souterraines qui fournissent le plus de caractères applicables à la classification, et, bien qu'ils aient été beaucoup mieux étudiés précédemment que les tiges aériennes et les feuilles, ils m'ont encore présenté quelques particularités nouvelles.

I. — RHIZOME.

Le rhizome du *C. panicea*, que l'on peut prendre comme

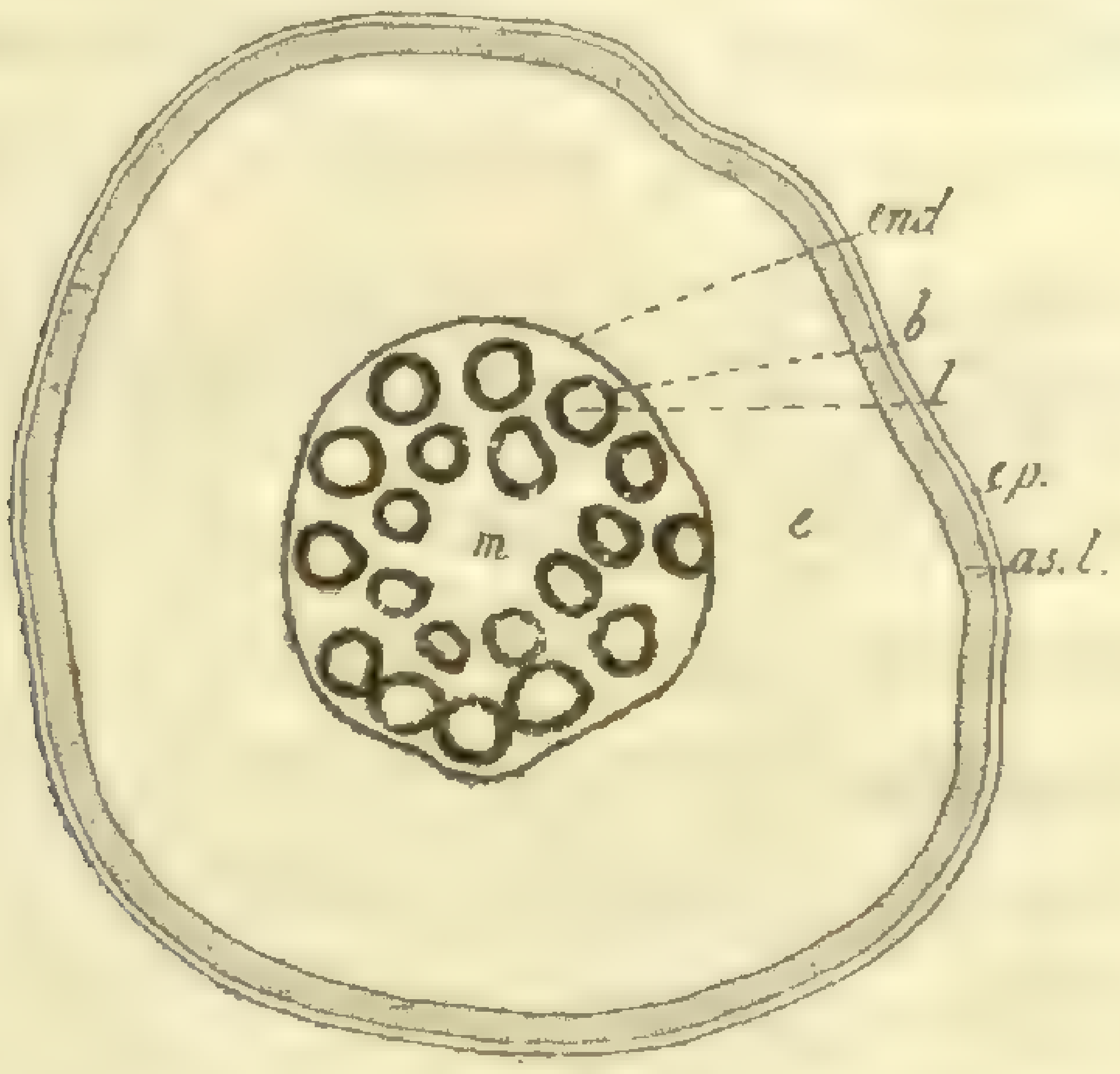


Fig. 7. — Schéma d'une coupe transversale de rhizome de *Carex* (*C. panicea*) en coupe transversale. — *e*, écorce ; *ep*, épiderme ; *as.l.*, assise lignifiée ; *end*, endoderme ; *b*, bois, *l*, liber ; *m*, moelle.

type (fig. 7), présente, en coupe transversale, la structure suivante :

Un *épiderme* à cellules aussi hautes que larges.

Une *assise lignifiée* formée de deux ou trois rangées de cellules.

Un *parenchyme cortical* à cellules arrondies, laissant entre elles de petits méats et disposées sur un assez grand nombre d'assises cellulaires ; puis un *endoderme* bien net avec ses cloisons lignifiées en fer à cheval. Ces quatre parties constituent l'*écorce*.

Le *cylindre central* qui vient ensuite nous présente, au cen-

tre, une *moelle* assez abondante et, à la périphérie, des *faisceaux libéro-vasculaires* en plusieurs rangées, généralement deux, plus ou moins concentriques. La moelle est formée de cellules arrondies assez semblables au parenchyme cortical, mais de dimensions un peu moindres. Quant aux faisceaux vasculaires ils se composent d'un liber médian plus ou moins arrondi et d'un bois périphérique, le tout entouré d'une gaine de fibres.

Modification de cette structure générale. — Mes recherches ont porté sur les espèces suivantes : *C. acuta, Buxbaumii, cyperoides, depauperata, digitata, dioica, disticha, glauca, hirta, leporina, ligerica, limosa, muricata, pilulifera, pseudo-Cyperus, remota, riparia, silvatica, stellulata, Schreberi, vesicaria* et *vulpina.*

Nous allons étudier les diverses modifications rencontrées dans les rhizomes de ces espèces.

Écorce. — *L'assise lignifiée sous-épidermique* peut être plus ou moins épaisse et comprendre un plus ou moins grand nombre d'assises cellulaires, cela dépend des conditions extérieures. D'autre part, au point de départ d'une écaille, cette assise peut être peu marquée ou même nulle.

Le *parenchyme cortical* qui vient ensuite peut se présenter sous deux aspects différents. Dans les *C. silvatica, digitata, glauca, leporina*, etc., nous le trouvons composé, comme dans le *C. panicea*, de cellules arrondies, ou plus ou moins polygonales, serrées les unes contre les autres de façon à ne laisser entre elles que de petits méats. Dans les *C. hirta, vesicaria, disticha*, au contraire, les cellules qui les composent s'écartent les unes des autres et forment des files circonscrivant des canaux aérifères plus ou moins considérables. Cependant sous l'influence de circonstances extérieures ces canaux aérifères peuvent, sans cesser d'exister, devenir moins visibles : ainsi un *C. hirta* recueilli dans un endroit sec présentait moins ce caractère qu'un autre ayant poussé à l'humidité. De plus sous l'influence de certaines actions, mais surtout de l'âge, ces deux espèces de

parenchyme cortical présentent quelquefois un caractère commun; les cellules qui les composent en se détruisant donnent naissance à des lacunes plus ou moins considérables, mais qui peuvent parfois occuper l'écorce presque entière. J'ai observé un parenchyme cortical tantôt sans lacunes et tantôt avec lacunes chez les *C. glauca*, *Schreberi*, *hirta* et *panicea*.

Quant à l'*endoderme* il peut présenter des cellules de dimensions différentes. Le plus généralement elles sont aussi hautes que larges, mais on les trouve plus hautes que larges chez les *C. depauperata* et *pseudo-arenaria*.

Cylindre central. — La *moelle* est composée de cellules arrondies ne laissant entre elles que de petits méats, ou bien présente des canaux aérifères par écartement de cellules, comme chez les *C. hirta* et *disticha*.

Les *faisceaux libéro-vasculaires* peuvent ne former qu'un rang, mais cela est rare; le plus souvent ils sont sur deux, trois ou un plus grand nombre de rangées plus ou moins concentriques. Ce nombre n'est pas constant dans la même espèce: dans les *C. glauca*, *hirta*, etc., j'ai trouvé deux ou trois rangées.

Les faisceaux sont presque toujours entourés d'une gaine qui peut être plus ou moins sclérifiée. Selon que les faisceaux seront plus serrés les uns contre les autres, ou que les rayons médullaires qui les séparent seront plus ou moins lignifiés, on pourra avoir les faisceaux réunis par une gaine sclérenchymateuse commune ou n'avoir qu'une partie des faisceaux réunis par cette gaine commune, les autres étant entourés par leur gaine propre. J'ai à plusieurs reprises observé ces structures différentes dans la même espèce, *C. glauca* et *silvatica* par exemple.

D'autres fois encore les faisceaux peuvent être complètement séparés.

Quant aux faisceaux eux-mêmes on peut en trouver de deux sortes, les uns à bois concentrique au liber, comme on les voit dans la plupart des rhizomes de *Carex*, les autres à bois collatéral, présentant la structure ordinaire des faisceaux d'une tige aérienne de Cypéracées. J'ai rencontré cette structure dans le

C. riparia et l'ai vérifiée chez le *C. limosa* et le *C. hirta* (1).

En outre les faisceaux à bois concentrique peuvent présenter des vaisseaux dont les dimensions sont plus ou moins grandes. Ces vaisseaux sont plus ou moins nombreux selon qu'ils sont plus petits ou plus grands. Je citerai comme présentant des vaisseaux gros et peu nombreux les *C. ligerica* et *depauperata*. Ils sont plus nombreux et plus petits chez les *C. vesicaria*, *panicea*, *glauca* et *pseudo-Cyperus*. Leurs dimensions sont encore plus restreintes et leur nombre plus grand, chez les *C. remota*, *digitata*, *pilulifera*, *silvatica et leporina*.

Il semble, en général, que les *Carex* à rhizomes cespiteux possèdent des vaisseaux très petits et très nombreux.

II. — Tige aérienne.

Pour la tige aérienne j'ai étudié les *C. Buxbaumii*, *cyperoides*, *dioica*, *digitata*, *disticha*, *flava*, *fulva*, *glauca*, *hirta*, *leporina*,

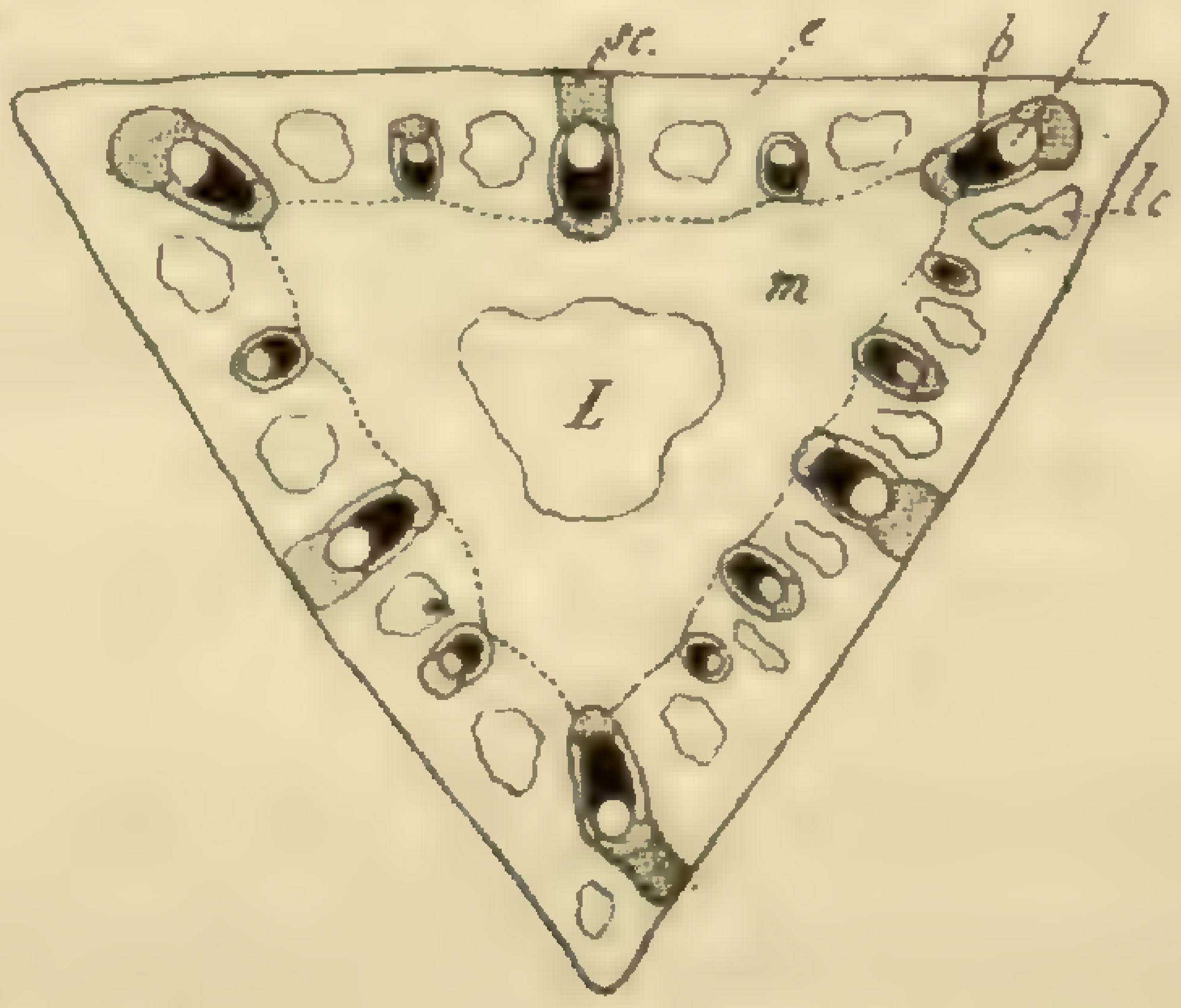


Fig. 8. — Schéma d'une coupe transversale de tige aérienne de *Carex* (*C. pilulifera* en coupe transversale. — *e*, écorce; *b*, bois; *l*, liber; *sc*, sclérenchyme; *m*, moelle; *lc*,*L*, lacune.

paludosa, *paniculata*, *paradoxa*, *pilulifera*, *pseudo-Cyperus*, *pulicaris*, *remota*, *riparia*, *Schreberi*, *vesicaria* et *vulpina*.

J'ai eu soin de choisir les pédoncules floraux portant des fruits bien formés, mais non encore mûrs, et de faire toutes mes coupes à 2 centimètres environ au-dessous du premier nœud

(1) Elle existerait encore dans le *C. chordorhiza*, et le *C. dioica*, d'après M. Laux; mais dans le *C. dioica* j'ai retrouvé la structure du bois concentrique.

des rameaux fructifères, de façon à n'avoir que des éléments bien comparables entre eux.

Dans la tige aérienne du *C. pilulifera* que je prendrai comme type (fig. 8), nous avons d'abord un *épiderme* à paroi externe cutinisée et présentant presque uniquement sur les angles des poils monocellulaires.

Au-dessous de cet épiderme nous trouvons une *écorce* assez épaisse formée de cellules polygonales. Dans ce parenchyme cortical nous trouvons des faisceaux de dimensions diverses, les plus petits alternant en général avec ceux qui sont mieux développés. Ces faisceaux possèdent comme un endoderme de cellules incolores. De plus ils présentent des formations de sclérenchyme adossées, d'une part, à la partie libérienne du faisceau (côté externe) et, d'autre part, à la partie vasculaire (côté interne).

Ces formations ligneuses sont plus ou moins développées. Pour les faisceaux les plus considérables, les bandes ligneuses adossées à la partie externe se continuent généralement jusqu'à l'épiderme. Du côté de la moelle les formations ligneuses sont presque toujours bien moins abondantes et se réduisent le plus souvent à quelques assises fibreuses.

Les cellules endodermiques disparaissent aux points de contact des bandes lignifiées. Dans les faisceaux les plus petits le sclérenchyme est le plus souvent très réduit ou même peut ne pas exister.

Entre les faisceaux sont des espaces plus ou moins grands occupés par un tissu spécial présentant de larges méats. C'est le parenchyme lacuneux se détruisant généralement assez vite et produisant des lacunes, en face desquelles se trouvent les stomates.

Enfin, adossée à l'écorce et généralement contiguë à la partie interne du faisceau, nous trouvons la *moelle*. Cette moelle est formée de grosses cellules arrondies et présente en son milieu, par destruction des cellules, une lacune généralement assez grande.

Modifications de cette structure générale. — Je n'ai rencontré que des modifications peu importantes.

Les divers changements qui se produisent dans la forme extérieure de la tige qui est, soit triangulaire à angles plus ou moins aigus et tranchants, soit presque cylindrique (*C. dioica*), ne modifient généralement pas la structure anatomique. Cependant chez le *C. vulpina* et le *C. paradoxa*, où la tige est à trois angles fortement tranchants, la moelle y est entraînée et forme dans chaque angle une sorte de bande assez développée ayant une épaisseur de trois ou quatre assises de cellules.

La moelle peut contenir une deuxième rangée de faisceaux. L'épiderme peut porter des poils plus ou moins nombreux, presque à chaque cellule épidermique, dans le *C. Buxbaumii*, abondants, dans le *C. glauca*.

Chez le *C. leporina*, le parenchyme cortical est formé de cellules fortement serrées les unes contre les autres. Les lacunes corticales présentent peu de développement tandis que la lacune médullaire est, au contraire, très grande.

Enfin nous rencontrons dans le *C. glauca* un fait assez particulier ; de chaque côté du paquet fibreux adossé à la partie externe du faisceau et le plus souvent tout contre l'épiderme, nous trouvons une ou même deux grandes cellules, arrondies, incolores et d'un aspect caractéristique.

III. — Feuille.

La forme extérieure des feuilles est très variable. Certaines espèces ont des limbes presque cylindriques, à carène peu nette, ou semi-cylindriques, à carène marquée ; d'autres ont un limbe étalé et généralement mince, qui peut être plus ou moins développé.

J'ai étudié les feuilles des espèces suivantes : *C. arenaria, cyperoides, Davalliana, digitata, dioica, disticha, fulva, glauca, hirta, leporina, ligerica, muricata, pallescens, paludosa, paniculata, paradoxa, præcox, pseudo-Cyperus, pulicaris, remota, riparia, Schreberi, silvatica, vesicaria* et *vulpina*.

Les coupes ont été faites au tiers du limbe de la deuxième et de la troisième feuille, en partant du sommet de la tige et en

comptant comme première feuille la première bractée de l'inflorescence.

1° *Description d'une feuille à limbe plan.* — Nous prendrons comme type le *C. glauca* (fig. 9). Cette espèce possède un limbe plan assez large.

L'*épiderme* de la face supérieure ne présente pas de stomates et se compose de cellules très hautes qui, à la nervure médiane, présentent l'aspect qui leur a valu le nom de cellules « bulliformes » que leur a donné Duval-Jouve (1).

A chaque extrémité du limbe, on constate presque toujours la présence d'un paquet de sclérenchyme adossé à l'épiderme. C'est là que se terminent les hautes cellules de l'épiderme su-

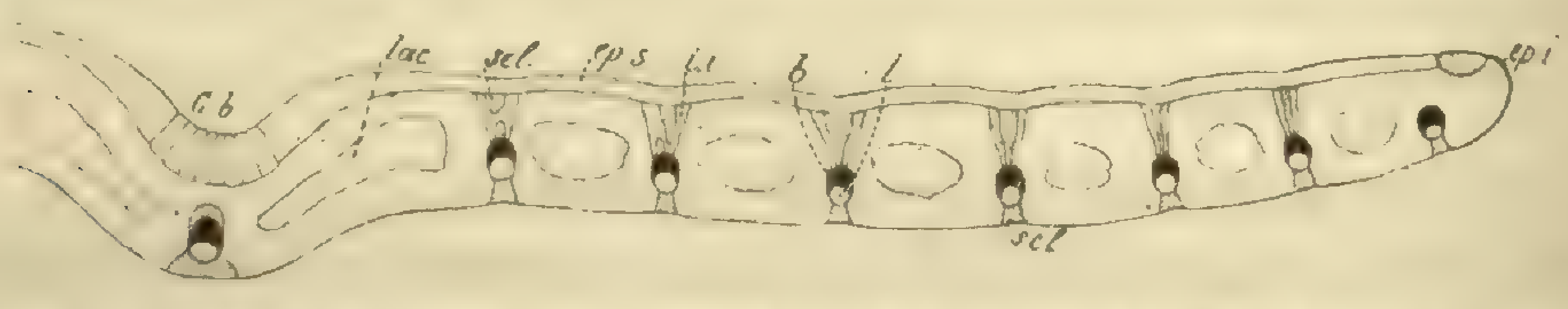


Fig. 9. — Schéma d'une coupe transversale d'une feuille de *Carex* à limbe (*C. glauca*). — *ep.s*, épiderme supérieur; *C.b*, cellules bulliformes; *ep.i*, épiderme inférieur; *lac*, lacune; *b*, bois; *l*, liber; *scl*, sclérenchyme; *t.i*, tissu incolore.

périeur; les cellules, presque aussi hautes que larges, de l'épiderme inférieur, qui présente de nombreux stomates, viennent ensuite.

Cet épiderme porte chez le *C. glauca* un grand nombre de poils monocellulaires.

Parenchyme. — Dans le limbe, nous rencontrons trois sortes de tissus : le parenchyme vert à chlorophylle, le parenchyme plus ou moins étoilé des lacunes, et en outre, adossé aux faisceaux et présentant un plus ou moins grand développement, un parenchyme formé de cellules claires, sans colorations et auquel nous conserverons le nom, donné par Duval-Jouve, de « tissu incolore » (2). Sous l'épiderme nous trouvons d'abord le parenchyme chlorophyllien interrompu de distance en distance par

(1) Duval-Jouve : *Histotaxie des feuilles des Graminées.* Annales des sciences naturelles, 6e série.
(2) Duval-Jouve : *Histotaxie des feuilles des Graminées.* Loc. cit.

les faisceaux libéro-vasculaires et les bandes de sclérenchyme ou de tissu incolore adossées à ces faisceaux.

C'est au milieu de ces espaces occupés par le parenchyme à chlorophylle, entre deux faisceaux consécutifs, que sont les lacunes. Ces lacunes, si la feuille n'est pas trop âgée, sont remplies par le parenchyme lacuneux à larges méats. De distance en distance, il existe des diaphragmes d'un tissu plus dense supportant de petits faisceaux transversaux faisant communiquer entre eux les faisceaux longitudinaux.

Ces faisceaux, à bois collatéral au liber, sont orientés par rapport à la feuille, de façon à ce que le liber soit tourné vers la face inférieure de la feuille et le bois vers la face supérieure. Ils sont plus ou moins développés et présentent cet endoderme de cellules incolores que nous avons déjà trouvé dans la tige. Ces faisceaux sont rattachés le plus souvent à l'épiderme inférieur par du sclérenchyme et à l'épiderme supérieur par du tissu incolore ou bien par des fibres enveloppées dans ce tissu.

Le faisceau de la nervure médiane présente du côté du liber une quantité plus considérable de sclérenchyme et porte, adossé au bois, des assises lignifiées qui laissent généralement entre elles et les cellules bulliformes une ou deux assises de cellules à chlorophylle.

Il semble que que l'on retrouve dans le limbe foliaire, de chaque côté des bandes de sclérenchyme, ces cellules incolores, une ou deux déjà signalées dans la tige du *C. glauca*. Seulement la présence, précisément à cet endroit, du tissu incolore proprement dit, permet plus difficilement de les distinguer.

Je rappellerai enfin que j'ai vu, dans les cellules de l'épiderme adossées aux cellules sclérifiées les épaississements en cône, signalés par Duval-Jouve, chez les Cypéracées.

Modification de la structure des feuilles à limbe plan. — Les principales modifications des feuilles portent généralement sur trois points : le sclérenchyme, le tissu incolore, et les lacunes :

1° Le sclérenchyme peut être plus ou moins abondant, ou même ne pas exister dans les faisceaux les plus petits qui gé-

néralement alternent avec des faisceaux mieux développés.

2° Le tissu incolore peut être remplacé complètement par du tissu lignifié, ou subsister sur les côtés de ce sclérenchyme, ou même exister seul, en ne présentant que quelques cellules lignifiées. Ce tissu incolore semble être un tissu générateur du sclérenchyme comme M. Guillaud, dans son travail sur les Monocotylédones, le signale pour l'endoderme incolore des faisceaux de ces plantes.

Cet endoderme incolore existe du reste avec le tissu incolore autour de chaque faisceau. Les cellules qui le composent n'existent plus aux points où le faisceau est en contact avec du tissu lignifié. Par conséquent, si le faisceau ne possède ni sclérenchyme adossé ni tissu incolore, il possédera en entier cet endoderme.

3° Les lacunes sont plus ou moins développées selon l'âge de la feuille, par suite de la destruction, d'abord du parenchyme lacuneux, puis des cellules du parenchyme chlorophyllien. Chez les écailles du rhizome assez éloignées du sommet végétatif et les feuilles âgées des tiges aériennes, on constate que cette destruction peut atteindre même toutes les assises du parenchyme à chlorophylle.

Toutes ces modifications dépendent, en grande partie tout au moins, des circonstances extérieures, et en particulier de l'âge.

Il en est d'autres qui semblent être spéciales à certaines espèces. Ainsi, chez le *C. leporina*, les cellules à chlorophylle ont des dimensions plus petites que toutes celles que nous avons rencontrées généralement. Dans le *C. hirta* le parenchyme chlorophyllien semble plus abondant et on y rencontre assez fréquemment une ou deux assises avec un aspect palissadique bien net.

Il ne nous reste plus qu'à étudier les faits intéressants qui peuvent se présenter dans la disposition relative du tissu incolore et du sclérenchyme.

Dans les *Carex* à limbe épais, *C. vesicaria*, *pseudo-Cyperus* les lacunes sont normalement très grandes, le parenchyme chlo-

rophyllien réduit et, par suite de l'épaisseur du limbe, il y a une assez grande distance entre les deux épidermes.

Les faisceaux sont situés près de l'épiderme inférieur et se rattachent à lui par une masse de sclérenchyme, tandis qu'ils rejoignent l'épiderme supérieur par un ruban de tissu incolore de deux à quatre cellules de largeur.

Ce tissu incolore entoure un noyau de fibres adossées à l'épiderme supérieur. Quelquefois, on ne trouve pas d'autre partie sclérifiée dans le tissu incolore, mais le plus souvent il existe en son milieu une rangée de fibres disposées presque sur une seule assise, et souvent même interrompue, reliant le noyau fibreux de l'épiderme supérieur avec le faisceau fibro-vasculaire.

Dans le *Carex vulpina*, à limbe mince, il n'en est pas ainsi : les formations de sclérenchyme reliant l'épiderme supérieur au faisceau ont en quelque sorte deux points de départ, l'un au dos du bois du faisceau et l'autre sous l'épiderme supérieur. Ces deux noyaux vont en augmentant aux dépens du tissu incolore, qui les sépare de façon à former deux masses de plus en plus volumineuses, qui finissent par se rejoindre sans toutefois présenter une chaîne de fibres reliant l'un à l'autre.

2° *Description d'une feuille à limbe cylindrique.* — La feuille du *Carex dioica* possède un limbe presque cylindrique. Dans cette feuille que nous pouvons prendre comme type nous retrouvons de nouveau les deux bandes de sclérenchyme au point où les cellules hautes de l'épiderme supérieur sont remplacées par les cellules tabulaires de l'épiderme inférieur. Les cellules médianes de l'épiderme supérieur présentent un développement un peu plus considérable que les autres.

Le parenchyme à chlorophylle est adossé à l'épiderme. Il présente plusieurs assises, tandis que le parenchyme lacuneux occupe le centre du limbe. Cependant de distance en distance des traînées de cellules à chlorophylle plus ou moins larges relient les deux bandes supérieures et inférieures de ce parenchyme qui partage le tissu lacuneux en plusieurs parties. Au milieu du limbe dans ces rubans de cellules chlorophylliennes

sont situés les faisceaux fibro-vasculaires, excepté le faisceau médian qui seul a son liber rattaché à l'épiderme inférieur par une bande de sclérenchyme.

Dans les autres faisceaux les formations ligneuses peuvent exister, mais ont généralement un développement peu considérable et ne rejoignent pas l'épiderme.

Modifications de cette structure. — Dans le *C. Davalliana* nous trouvons un limbe triangulaire sans carène. Les faisceaux sont, comme dans le *C. dioica*, situés au milieu du limbe.

Au contraire le *C. pulicaris* présente, en outre du faisceau médian, ses faisceaux principaux adossés à l'épiderme inférieur par une bande de sclérenchyme. Comme il présente un limbe triangulaire un peu plus aplati que les précédents, avec une carène assez nette, on peut le considérer à la fois au point de vue anatomique et morphologique comme une bonne forme de passage entre les Carex à limbe cylindrique et ceux à limbe plan.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Résumons ces recherches anatomiques sur le genre *Carex* et cherchons de quelle utilité leur application peut être à la botanique descriptive.

1° *Rhizome.* — La disposition des faisceaux du bois autour du liber, la constitution de l'écorce, pourraient permettre de diviser les *Carex* en quatre groupes ; les deux premiers caractérisés par des vaisseaux ligneux, *collatéraux* ou *concentriques;* les deux autres par une écorce formée de *cellules à petits méats*, ou bien présentant des *canaux aérifères par écartement de cellules.* On pourrait encore aussi tenir compte de la grandeur et du nombre relatifs des vaisseaux du bois dans les faisceaux.

Quant aux lacunes par destruction de cellules et au sclérenchyme, comme ils dépendent souvent des circonstances extérieures et de l'âge, je ne me pas crois autorisé à en tirer des carac-

tères relatifs à la classification, ainsi que l'a fait M. Laux, d'autant plus que pour certains rhizomes, les cespiteux par exemple, il est presque impossible bien souvent de déterminer leur âge.

2° *Tige aérienne*. — La tige ne fournit aucun résultat applicable à la classification.

3° *Feuille*. — Dans les *Carex* pourvus de feuilles à limbes cylindriques, ou semi-cylindriques *C. dioica*, *Davalliana*, et *pulicaris*, les deux premiers ont une structure particulière et le troisième présente une bonne forme de passage avec les *Carex* pourvus de feuilles à limbe plan. Chez ces derniers, on ne trouve de différence que dans la disposition du sclérenchyme des *C. vesicaria* et *pseudo-Cyperus*.

En présence des résultats précédents, je crois pouvoir conclure, d'une manière générale, que l'*anatomie ne saurait être d'un secours bien appréciable pour la détermination des espèces du genre Carex*.

DÉVELOPPEMENT

DES

TÉGUMENTS DE LA GRAINE

Par M. Marcel BRANDZA (*Suite*).

Cistinées.

1. *Helianthemum guttatum.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 4, fig. 10). — Les graines d'*Helianthemum* sont très petites, jaunâtres et proviennent d'ovules droits. Leurs téguments laissent voir les deux parties habituelles.

La partie externe est ici réduite à une mince pellicule blanchâtre qu'un séjour dans l'eau permet d'enlever facilement. Dans cette partie, on distingue une assise épidermique (*a*), et au-dessous les vestiges d'une couche dont les cellules sont purement aplaties. L'épiderme, recouvert d'une cuticule, forme à la surface de la graine des sortes de papilles, dont chacune contient à son sommet quelques grains d'amidon. De face, on voit que les cellules épidermiques ont des contours sinueux. De distance en distance, au point de réunion de deux ou trois cellules épidermiques, on constate de grandes ouvertures stomatiques (pl. 3, fig. 11, *s*). La partie interne du tégument est bien plus développée. A l'extérieur est une rangée de cellules prismatiques (*b*) très régulières, qui prend un grand développement; toutes ces cellules sont lignifiées dans leur partie inférieure, de sorte que les cavités cellulaires se trouvent très réduites. A l'intérieur de chaque cellule, on remarque le reste d'un gros noyau. En dedans de cette couche protectrice, on trouve deux assises de cellules petites et à parois demeurées cellulosiques (*c*). Ces assises sont

en général, dans la graine mûre, aplaties contre la couche précédente.

Le faisceau vasculaire de cette graine se trouve dans la région chalazienne, mais il ne pénètre pas plus profondément dans les téguments.

La graine de *Cistus* (*C. incanus*, *C. creticus*) nous a montré des téguments disposés comme précédemment. La seule différence que nous puissions signaler à son sujet, c'est que chez les *Cistus* la couche la plus profonde du tégument de la graine se compose de trois assises au lieu de deux.

2° *Développement des téguments* (pl. 4, fig. 1, 2 et 3). — L'étude du développement est particulièrement intéressante, car elle montre dans cette graine, que non seulement le tégument interne de l'ovule constitue les assises les plus importantes du tégument mûr, mais encore que le tégument externe, assez bien représenté dans l'ovule, est réduit, dans la graine, à une mince lamelle.

Les ovules droits d'*Helianthemum* (pl. 3, fig. 12) sont attachés sur de longs funicules traversés par le faisceau vasculaire (*f*) qui s'arrête à la chalaze.

Des deux assises du tégument externe, la plus extérieure (*a*), dont les cellules sont plus grandes et mieux accentuées, formera, par l'allongement de ses cellules en papilles, l'épiderme de la graine. L'assise interne, constituée par des cellules plus petites remplies d'amidon, conservera tous ces caractères jusqu'à la maturité, époque à laquelle elle se trouve aplatie.

Le tégument interne compte trois assises. Tandis que les deux plus internes (*c*) sont remplies d'amidon et sont faiblement jaunâtres, l'assise la plus extérieure de ce tégument (*b*) n'a presque pas d'amidon, mais on remarque dans chacune de ses cellules un noyau volumineux d'un jaune très intense. A un état plus avancé de développement, on constate que les cellules de cette dernière assise (pl. 4, fig. 3, *b*) se sont allongées radialement; les noyaux deviennent plus petits, et un commencement de lignification apparaît à la base de chacune de ces cellules. Un peu plus tard la lignification est presque complète, et la couche

protectrice se trouve définitivement constituée. Quant aux deux assises internes de ce tégument, elles perdent leur contenu amylacé, puis se compriment au contact de l'assise lignifiée.

Ainsi, chez les Cistinées (*Cistus, Helianthemum*) les deux téguments de l'ovule persistent encore. Contrairement à ce qui devrait se produire d'après les idées actuellement admises à ce sujet, dans cette graine, le tégument interne de l'ovule constitue la partie la plus considérable de l'enveloppe séminale. Le tégument externe est réduit à une mince pellicule.

Capparidées.

Toutes les graines que nous avons étudiées dans cette famille nous ont montré une très grande ressemblance dans la structure anatomique de leurs téguments. C'est pourquoi nous nous sommes contentés de décrire avec détail un seul type, en indiquant par quelques mots seulement les principales différences que nous avons pu remarquer dans les autres graines.

1. *Polanisia graveolens.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 4, fig. 4). — Dans cette graine les téguments séminaux présentent une grande complication ; pourtant il est facile de les ramener aux types précédemment étudiés et de distinguer deux parties.

La partie externe n'a que deux assises. L'une (*a*), très régulière, constitue l'épiderme ; l'autre (*b*), située au-dessous, a les cellules allongées tangentiellement, avec des parois latérales plissées. Cette partie externe du tégument est, comme on le voit, assez réduite, comparativement au tégument interne, qui est beaucoup plus développé.

En effet, le nombre des couches qui le constituent est de trois. A l'extérieur est une couche lignifiée (*c*), formée d'une seule assise de cellules prismatiques dont les parois souvent plissées sont fortement épaissies. Au-dessous de cette couche protectrice, sont quatre ou cinq assises parenchymateuses (*d*), à cellules fusiformes disposées tangentiellement. L'ensemble des téguments est limité par un épiderme interne (*e*), composé de très petites

cellules cubiques dont les cavités sont remplies d'une substance brune.

Comme précédemment, le faisceau vasculaire ne pénètre pas dans l'intérieur des téguments; après avoir traversé le funicule il s'arrête au-dessous de la région chalazienne.

2° *Développement des téguments* (pl. 4, fig. 6, 7 et 8). — Les ovules de cette plante sont courbés (pl. 4, fig. 5). Le tégument externe, moins épais que l'interne, se compose de deux assises de cellules (*a* et *b*). Ces deux assises ne subissent aucun changement notable pendant l'évolution de l'ovule en graine; elles constituent ce que nous avons appelé la partie externe du tégument.

Les trois couches du tégument interne de l'ovule subissent, pour former le tégument correspondant de la graine, des modifications assez importantes. La couche la plus externe (*c*) de ce tégument est formée d'une seule rangée de cellules prismatiques remplies d'un protoplasma granuleux coloré en jaune plus intense que celui des assises qui sont au-dessous. Une grande activité règne dans ces cellules pendant tout le développement. Tout d'abord nous constatons que la plupart d'entre elles se divisent en deux par une cloison radiale (pl. 4, fig. 7, *e*). Ce phénomène de division se poursuit assez longtemps, de telle sorte que les cellules de cette assise, tout en augmentant de volume, deviennent extrêmement nombreuses et serrées les unes contre les autres (pl. 4, fig. 8, *c*). Plus tard, alors que les dimensions définitives de la graine ont été atteintes, la lignification de leurs parois commence. Ainsi, l'assise de protection de la graine dérive de la couche la plus externe du tégument interne de l'ovule.

La seconde couche de ce tégument (*d*) est formée, dans l'ovule, de quatre à cinq assises de cellules tabulaires disposées tangentiellement. Dès les premières phases du développement on voit la plupart de ces cellules se diviser en deux par une cloison radiale (pl. 4, fig. 6, *d*), puis chacune des deux moitiés reprend les dimensions primitives (pl. 4, fig. 8, *d*). De cette manière, ces cellules se multiplient considérablement, et, sans jamais prendre des cloisons tangentielles, elles suivent le déve-

loppement des autres parties de la graine. Le parenchyme qui en résulte forme la seconde couche du tégument interne dont l'assise épidermique interne (*e*) subsiste sans changement notable dans la graine.

2. *Cleome iberica.* — Dans cette graine nous trouvons des téguments séminaux présentant les mêmes couches que ceux de *Polanisia.* Cependant il y a quelques petites différences qu'il importe de signaler. Les cellules de l'assise épidermique sont plus cutinisées et proéminent, sous forme de verrues, à la surface de la graine. La couche sous-épidermique a les cellules plus petites et remplies, ainsi que celles de l'assise épidermique, d'une substance rouge-brunâtre qui donne les réactions du tannin. En outre, l'épiderme interne du tégument diffère de celui du *Polanisia* par ces cellules nettement tabulaires.

3. *Dactylæna micrantha.* — Les cellules de l'épiderme s'allongent encore davantage dans cette graine ; elles prennent la forme de papilles. Ces papilles, ainsi que les cellules de l'assise sous-épidermique, sont encore remplies de tannin.

4. *Capparis spinosa.* — L'assise protectrice prend dans les téguments de cette graine un développement très considérable.

On voit donc par ce qui précède, que la constitution des téguments séminaux est assez homogène dans toutes les graines que nous avons étudiées dans cette famille. Partout nous avons rencontré, au-dessous d'un tégument externe mince, plusieurs couches qui tirent leur origine de l'enveloppe ovulaire interne.

Passiflorées.

Passiflora holosericea. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 4, fig. 9). — Pour se rendre compte de la constitution des téguments séminaux de cette plante, il faut s'adresser à des graines récemment extraites de l'ovaire. Alors il est facile de constater deux parties bien distinctes, qu'on peut séparer l'une de l'autre. L'externe est charnue, l'interne est, au contraire, dure et à surface rugueuse. Par suite d'une dessiccation prolongée, la partie

externe se réduit à une mince pellicule, qui, le plus souvent, manque sur de vieilles graines.

Dans cette partie externe du tégument, très développée surtout dans la région du hile, on peut voir deux couches. A l'extérieur est un épiderme (*a*) à petites cellules tabulaires. Au-dessous se trouve une rangée de cellules prismatiques très grandes (*b*), remplies d'un liquide incolore. Tandis que les parois supérieures et latérales de ces cellules restent minces, les parois basilaires s'épaississent en formant deux bourrelets à la base de chaque cellule.

Le long du raphé, les cellules de l'assise sous-épidermique sont remplacées par un parenchyme renfermant le faisceau vasculaire (pl. 4, fig. 9, *f*).

La première couche du tégument interne est lignifiée (*c*); colorée en noir foncé, elle se montre formée d'une rangée unique de cellules prismatiques, dont les parois fort solides sont ornées de striations très fines. Au-dessous, une double rangée de petites cellules tabulaires (*d*), en général aplaties à la maturité, complète le tégument.

2° *Développement des téguments* (pl. 4, fig. 11 et 12). — Les ovules renversés de *Passiflora* sont bitégumentés (pl. 4, fig. 10). Le tégument externe est formé de deux assises de cellules (*a* et *b*) qui deviendront le tégument externe de la graine.

Dans le tégument interne on observe trois couches. L'externe (pl. 4, fig. 11, *c*), formée par des cellules plus grandes que dans les autres assises, est destinée à constituer la couche protectrice. Ces cellules se divisent radialement puis s'accroissent (pl. 4, fig. 12, *c*); ce n'est qu'au moment de la maturation de la graine que les parois se lignifient. Les deux assises internes de ce tégument (*d*) suivent par des cloisons radiales le développement des autres parties et forment la couche interne des enveloppes séminales.

Berbéridées.

Berberis sinensis. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 5, fig. 1). — Six couches entrent dans la constitution anatomique des téguments de cette graine. Les quatre premières forment ce que

nous appellerons le tégument externe et les deux dernières le tégument interne.

La première couche (*a*) est un épiderme à cellules prismatiques. Tandis que les membranes externes des cellules épidermiques sont couvertes d'une cuticule continue, les parois latérales et basilaires sont lignifiées.

La seconde couche (*b*) est formée d'une rangée de cellules cubiques, dont les parois sont restées à l'état de cellulose. Ces cellules, ainsi que celles de l'assise épidermique, sont remplies d'une substance d'un brun rougeâtre donnant avec l'acétate de fer la coloration noire caractéristique du tannin.

Un parenchyme incolore (*c*) composé en moyenne de six à huit rangées de cellules aplaties forme la troisième couche du tégument. C'est dans ce parenchyme, considérablement multiplié le long du raphé, que le faisceau vasculaire se trouve logé. Ce faisceau entouré par une gaine de cellules contenant du tannin monte le long du raphé jusqu'à la chalaze.

La dernière couche du tégument externe (*d*) se compose de petites cellules ovoïdes à parois brunes et épaissies, espacées l'une de l'autre.

Dans la partie interne du tégument nous avons reconnu deux couches, qui sont : une assise à cellules tabulaires (*e*) remplies de tannin, et un parenchyme interne formé de deux et, par places, de trois épaisseurs de cellules irrégulières, à parois très minces.

2° *Développement des téguments* (pl. 5, fig. 3 et 4). — Les ovules de *Berberis* sont renversés et munis de deux téguments (pl. 5, fig. 2).

Le tégument externe laisse reconnaître un parenchyme (*b*) compris entre deux épidermes (*a* et *c*). Tandis que l'épiderme externe de ce tégument est destiné à devenir le futur épiderme de la graine par suite de changements peu importants, sur lesquels il nous semble inutile d'insister, le parenchyme et surtout l'épiderme interne sont le siège d'un certain nombre de modifications importantes. Ainsi, l'assise la plus externe de ce parenchyme, tout à fait semblable au début aux assises sous-jacentes, agrandit ses cellules et forme la seconde couche du tégument

adulte. Les assises qui sont au-dessous prennent des cloisons tangentielles et radiales, et, arrivées aux derniers termes de la maturation, sont considérablement aplaties.

Les cellules de l'épiderme interne de ce tégument ovulaire sont d'abord cubiques. Un peu plus tard elles prennent des formes prismatiques et leurs membranes tournées vers l'intérieur deviennent bombées. C'est à ce moment que chacune d'elles, par un cloisonnement tangentiel à la base, se divise en deux. La moitié externe prend encore des cloisonnements analogues, mais plus nombrenx, et contribue ainsi à la formation des assises parenchymateuses les plus internes. Quant aux portions internes des cellules épidermiques, elles s'arrondissent et, par l'épaississement de leurs parois, forment la quatrième couche du tégument adulte.

Des trois assises de cellules qui composent le tégument interne de l'ovule (*d*), la plus externe formera la cinquième couche du tégument adulte, et les deux autres la sixième.

Dans les graines d'*Epimedium sulfureum* la constitution des enveloppes est identique à celle de la graine précédente, seulement l'épiderme externe du tégument a ses cellules moins cutinisées et le parenchyme sous-jacent contient un nombre plus restreint d'assises. Toutes les autres parties sont disposées de la même manière que dans le *Berberis*.

Il en est de même dans les graines de *Mahonia aquifolium*. Notons cependant à propos de cette graine, que l'épaississement des parois tangentielles des cellules épidermiques est si considérable, que la cavité cellulaire disparaît presque complètement.

Ainsi, on voit par ce qui précède, que des six couches qu'on rencontre dans les téguments séminaux des *Berbéridées*, les quatre premières proviennent du tégument externe de l'ovule et les deux dernières du tégument interne. Le faisceau vasculaire est situé dans le parenchyme du tégument externe et on trouve en dedans de son plan trois couches distinctes.

Portulacées.

Portulaca grandiflora. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 6, fig. 7). — Les téguments de cette graine sont assez réduits. On peut cependant distinguer un certain nombre de couches que nous grouperons en deux parties.

L'externe est formée d'un épiderme (*a*), qui remplit le rôle protecteur, et d'une assise (*b*) formée de très petites cellules. Chacune des cellules épidermiques présente une proéminence sphérique qui forme, à la surface de la graine, des séries longitudinales. La membrane externe de ces cellules est constituée en quelque sorte par deux lamelles : une externe brune, fortement cutinisée, à stries radiales, et une interne ne présentant pas ces caractères. Les cavités des cellules épidermiques, assez réduites, sont remplies d'une substance liquide rose, se colorant en noir par l'acétate de fer.

La partie interne du tégument n'est plus représentée dans cette graine que par deux rangées de petites cellules tabulaires, à dimensions réduites, complètement vides.

2° *Développement des téguments* (pl. 5, fig. 9 et 10). — Les ovules des *Portulaca* sont courbés. Leurs téguments sont très minces par rapport au nucelle qui est relativement très volumineux.

Des deux assises du tégument externe, la plus extérieure (*a*) forme l'épiderme de la graine ; l'interne (*b*) est constitué par de petites cellules.

Les deux assises du tégument interne (*c*) sont comprimées pendant le développement, et forment la couche la plus interne du tégument mûr. En résumé, les téguments séminaux de cette graine, quoique très réduits, sont cependant toujours formés par les deux téguments de l'ovule. C'est l'épiderme externe qui, ici, se différencie en assise protectrice. Le faisceau vasculaire ne pénètre pas dans les téguments, il s'arrête au-dessus de la chalaze.

Géraniacées.

La ressemblance entre les téguments séminaux des graines appartenant à cette famille est très grande. Ayant analysé trois genres différents : *Geranium* (*G. Robertianum*, *G. molle*), *Erodium* (*E. gruinum, E. Manescavi, E. cicutarium*) et *Pelargonium* (*P. inquinans*, *P. capitatum*), je n'ai pu même signaler aucune différence dans la disposition des couches de leurs téguments. Aussi, je ne prendrai qu'un seul exemple.

Erodium Manescavi. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 5, fig. 5). — Une coupe transversale, faite dans les téguments de cette graine, laisse voir les parties suivantes : à l'extérieur un épiderme (*a*) composé d'une rangée de cellules, ayant chacune la forme d'un verre de montre, dont la concavité regarde vers l'extérieur; au-dessous, une assise de très petites cellules (*b*), et enfin une couche lignifiée (*c*). Les cellules qui la composent sont épaissies seulement sur leurs faces externe et latérales, leurs parois internes restent cellulosiques. Ces trois couches forment ce que j'appellerai la partie externe du tégument.

Au-dessous de cette partie externe, nous trouvons une nouvelle assise à cellules lignifiées (*d*), puis une double rangée à cellules aplaties et à parois restées cellulosiques (*e* et *f*). Ces trois dernières assises forment la partie interne du tégument.

2° *Développement des téguments* (pl. 5, fig. 7 et 8). — Les ovules d'*Erodium* sont à moitiés recourbés (pl. 5, fig. 6).

Le tégument externe se compose de trois assises, dont chacune est destinée à former la couche correspondante dans le tégument de la graine. Ainsi, la plus extérieure (*a*), dont les cellules sont ovales, donne naissance à l'épiderme de l'enveloppe séminale. Pendant tout le développement, ces cellules restent ovales ; ce n'est qu'aux derniers moments de la maturation que, leurs parois externes s'appliquant contre les parois internes, elles prennent la forme en verre de montre que nous leur avons reconnue sur la graine. L'assise moyenne (*b*) du tégument externe subit, pour former la seconde couche de l'enveloppe

séminale, un cloisonnement radial très actif. Ces cellules, carrées dans l'ovule, deviennent prismatiques dans la graine où elles sont très nombreuses. L'assise interne (*c*) lignifie les parois de ses cellules et forme la première couche protectrice.

Le tégument interne de l'ovule compte également trois assises, dont la plus externe (*d*) deviendra la seconde couche lignifiée; les deux internes (*e* et *f*) se développent considérablement d'abord (fig. 8, pl. 5, *e* et *f*), puis sont aplaties par l'embryon.

En résumé, les téguments séminaux de cette famille sont formés de six couches dont deux sont lignifiées. La plus extérieure des assises protectrices tire son origine du tégument externe de l'ovule, l'intérieure du tégument interne. Ajoutons que le faisceau vasculaire ne se rencontre pas dans ces téguments, il s'arrête à la chalaze après avoir traversé obliquement le hile.

Papavéracées.

L'étude anatomique des téguments séminaux a été déjà faite par M. Godfrin pour plusieurs graines de cette famille (1). Mais comme l'auteur n'indique pas la place du faisceau vasculaire dans les téguments, il m'a semblé utile de reprendre avec détail cette étude, afin de voir si la description des types étudiés par l'auteur s'applique à d'autres graines de Papavéracées, et aussi pour préciser la place du faisceau. Ce second point me semble d'autant plus intéressant, que M. Godfrin a posé en principe, que dans toutes les graines qu'il a étudiées, il n'a jamais rencontré plus d'une assise de cellules au-dessous du plan du faisceau; d'où cette conclusion que le tégument interne doit avoir partout disparu. On verra plus loin, par la description détaillée des téguments, qu'il est loin d'en être ainsi.

1. *Chelidonium majus.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 5, fig. 9 et 10). — Les téguments de cette graine peuvent être considérés comme le vrai type de la famille des Papavéracées. Des cinq

(1) Godfrin, *loc. cit.*, p. 81.

couches qui les forment, les deux premières seules appartiennent au tégument externe. L'épiderme (*a*) est composé de cellules polygonales à parois externes concaves, qui donnent ainsi à sa surface un aspect alvéolaire. Les cavités de ces cellules disparaissent presque complètement, par suite de la cutinisation considérable de leurs parois externes. Sur ces parois on remarque des striations très fines.

La seconde couche (*b*) se compose d'un rang de cellules cubiques à fortes parois, et remplies d'un contenu granuleux brunâtre, avec des cristaux d'oxalate de chaux. Cette assise est très caractéristique, car nous l'avons rencontrée, presque sans aucune modification, dans toutes les graines de cette famille.

Les trois couches du tégument interne sont les suivantes. D'abord est une assise formée de cellules allongées (*c*), disposées parallèlement à la direction du raphé. Les parois de ces cellules sont fortement épaissies, de manière que la cavité cellulaire, ovoïde sur la coupe transversale, se trouve très réduite.

Vient ensuite une seconde couche (*d*), formée de deux assises de cellules parenchymateuses et à parois brunes.

Enfin, la troisième (*e*) est une rangée de petites cellules cubiques à parois incolores. Cette couche forme l'épiderme interne du tégument séminal.

Les graines de *Chelidonium* sont pourvues d'une dilatation arillaire assez volumineuse qui naît principalement du hile. Si on fait une coupe transversale dans cette dilatation, on voit qu'elle se compose de cellules volumineuses à parois épaissies colorées en jaune. C'est au-dessous de cet arille qu'on aperçoit le faisceau vasculaire. Ce dernier se trouve logé dans un parenchyme qu'on rencontre le long du raphé, entre l'épiderme et la couche à cristaux (pl. 5, fig. 9, *f*). La place du faisceau est, comme nous aurons bientôt l'occasion de le voir, constante dans toutes les Papavéracées. J'ai toujours trouvé, en dedans du faisceau, trois et quelquefois quatre couches distinctes.

2° *Développement des téguments* (pl. 5, fig. 12, 13 et 14). — L'enveloppe externe de l'ovule bitégumenté et renversé de cette plante (pl. 5, fig. 11) se compose de deux assises de cellules

(*a* et *b*) qui formeront l'épiderme et l'assise sous-jacente du tégument adulte. Même sur des ovules jeunes, on remarque, dans l'assise interne de ce tégument, les cristaux d'oxalate de chaux au milieu d'un protoplasma granuleux.

Le tégument interne de l'ovule compte trois couches. L'externe (*c*), à cellules plus petites, est destinée à devenir la première assise du tégument interne. La couche moyenne (*d*), à cellules plus grandes, se divise tangentiellement (pl. 5, fig. 13, *d*), formant un parenchyme composé en moyenne de deux assises (pl. 5, fig. 13, *d*). Quant à l'assise le plus interne (*e*), elle devient, tout en restant incolore, l'épiderme interne du tégument.

La structure anatomique de cette graine nous étant connue, il nous sera bien facile de parler des autres Papavéracées. Ainsi, dans le *Macleya cordata*, la couche la plus interne du tégument manque, les autres parties sont disposées comme précédemment. Il en est de même dans le *Glaucium flavum* et le *Platystemon californicum*. Quelquefois, comme dans le *Sanguinaria canadensis*, la première couche du tégument interne n'est pas représentée. Dans toutes ces graines, nous avons toujours trouvé le faisceau vasculaire en dehors de l'assise à cristaux.

2. *Papaver officinale* (pl. 6, fig. 1). — Au premier abord les téguments de cette graine paraissent s'éloigner beaucoup de ceux que nous avons rencontrés dans les autres Papavéracées. Un examen attentif, cependant, permet sans peine de reconnaître les mêmes parties fondamentales.

L'épiderme (*a*) est formé comme précédemment par des cellules à contours sinueux, aplaties tangentiellement. Les bords relevés de ces cellules constituent les alvéoles de la surface de la graine. La deuxième couche (*b*) se compose d'une rangée unique de petites cellules remplies d'une substance granuleuse brunâtre. Il n'existe pas dans ces cellules de cristaux d'oxalate de chaux.

Les trois couches appartenant au tégument interne (*c*, *d* et *e*) sont parfaitement identiques à celles du *Chelidonium*.

On ne rencontre pas de faisceau dans les téguments de cette graine.

Quant au développement des téguments, nous pouvons remarquer qu'il est identique à celui que nous venons de voir dans notre premier exemple de cette famille. Comme dans le *Chelidonium*, les deux assises de l'enveloppe externe de l'ovule (Pl. 6, fig. 4 et fig. 5, *a* et *b*) sont destinées à devenir le tégument externe de la graine. Les trois assises du tégument interne ovulaire (*c*, *d* et *e*) formeront le tégument interne, en suivant les mêmes modifications que précédemment.

La présence d'une assise parenchymateuse entre l'épiderme et la couche à cristaux, dans le tégument externe de la graine de l'*Argemone mexicana*, m'amène à parler de l'*Eschscholtzia californica*, où le nombre des assises parenchymateuses est plus considérable encore.

Dans cette graine (pl. 6, fig. 6), au-dessous de l'épiderme (*a*), dont les cellules disposées radialement forment le réseau de lignes saillantes de la surface de la graine, on rencontre un parenchyme (*b*), composé en moyenne de trois épaisseurs de cellules. C'est dans ce parenchyme qu'on trouve le faisceau vasculaire. L'assise qui est au-dessous est caractérisée, comme dans toutes les graines que nous venons d'étudier, par son contenu brun ; mais, de même que dans le *Papaver*, les cristaux manquent. Les couches qui sont au-dessous (*b* et *c*) n'offrent rien de particulier.

En résumé, les téguments séminaux présentent, chez les Papavéracées, une structure assez homogène dans toute la famille. Il est cependant possible de faire deux groupes parmi les différents genres que nous venons d'étudier. Le premier ne contient qu'un seul genre (*Eschscholtzia*), le second, tous les autres (*Chelidonium*, *Papaver*, *Macleya*, *Glaucium*, *Platystemon*, *Sanguinaria*). Les graines d'*Argemone* établissent la transition entre ces deux groupes. Dans toutes les graines de Papavéracées nous avons reconnu deux téguments. L'externe contient toujours le faisceau vasculaire, les deux ou trois couches situées en dedans appartiennent au tégument interne.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX

SUR LA CLASSIFICATION

ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE

PUBLIÉS EN 1888 ET 1889 (*Suite*).

La révision synthétique des Rubus de l'Anjou de M. BOUVET (1), non moins accessible aux débutants que le travail de M. Harmand, est présentée en même temps sous une forme beaucoup plus scientifique. M. Bouvet fait d'abord l'historique de la question : au commencement de ce siècle, Merlet de la Boulaye et Batard ne distinguaient en Anjou que les *R. cæsius, fruticosus, coryfolius* et *tomentosus;* en 1857, Boreau signale déjà vingt-huit espèces et trois variétés ; en 1868, Genevier en admet cent deux pour le département de Maine-et-Loire seul, et aujourd'hui c'est à plus de cent trente qu'il faut porter le nombre des formes signalées en Anjou. Aussi, ajoute M. Bouvet, leur distinction devient impossible ; les descriptions, tant minutieuses qu'elles soient, ne suffisent plus à établir l'identification, la synonymie devient inextricable et la confusion la plus complète règne dans les herbiers.

Pour remédier à un pareil état de choses, M. Bouvier n'admet en Anjou que neuf espèces de premier ordre, les *R. fruticosus, calvescens, piletostachys, discolor, vestitus, appendiculatus, glandulosus, trivialis* et *tomentosus*, puis huit espèces de second ordre, *R. vulgaris, thyrsoideus, ulmifolius, speciosus, radula, Borœanus, cæsius, dumetorum*, toutes décrites d'une façon claire et précise. Dans ces dix-sept espèces plus importantes et collectives rentrent quatorze formes principales et quinze formes secondaires dans lesquelles viennent encore se ranger cent trente-trois « microformes » ou variations de peu d'importance. Ce simple aperçu donne une idée de la valeur synthétique de la revision de M. Bouvier et de la quantité de travail qu'elle a dû coûter à son auteur.

M. Bouvier estime que le débutant devra surtout s'appliquer à reconnaître les espèces de premier et de second ordre, les seules qui, pouvant être caractérisées par une diagnose, sont réellement dignes de figurer dans une flore. Quant aux espèces de troisième, quatrième et cinquième ordre, la

(1) G. BOUVET : *Les Rubus de l'Anjou. Essai d'une révision synthétique* (Bull. Soc. d'études scient. d'Angers, 1888).

meilleure description ne suffit pas toujours à décider si la forme étudiée est bien la forme décrite ; il faut alors de toute nécessité procéder comparativement avec des exemplaires authentiques, de là nouvelle difficulté, car il n'est pas toujours possible de se procurer ces exemplaires.

Genre Rosa. — Les Roses, avec leurs fleurs, leurs fruits et leur feuillage si variés, sont autrement attrayantes que les Ronces. Dans une herborisation on délaisse volontiers un buisson de Ronces, on s'arrête, au contraire, pour cueillir les rameaux fleuris ou fructifiés d'un Rosier ; de plus, tandis que les diverses formes de Ronces, une fois desséchées, ne présentent plus très souvent qu'une désespérante monotonie, un herbier de Roses offre encore un réel intérêt au collectionneur. Il n'est pas surprenant que l'étude du genre *Rosa*, bien que présentant à peu près les mêmes difficultés que celle du genre *Rubus*, captive un plus grand nombre de botanistes. D'autre part, si une monographie générale et complète du genre *Rosa* est encore à l'état de désidératum, les travaux préliminaires sur ce sujet sont arrivés, du moins pour l'Europe, à un état de perfection tout autre que pour les *Rubus*. Dans ces conditions il est tout naturel que dans ces deux dernières années nous ayons à noter un certain nombre de travaux sur les Roses.

Le plus intéressant, par cela même qu'il n'émet que des idées générales et n'entre pas dans les détails descriptifs toujours arides, est, sans contredit, celui dans lequel M. F. Crépin (1) expose comment il comprend l'espèce dans le genre *Rosa*. La science incontestable et la longue expérience de l'éminent rhodologue bruxellois, qui depuis plus de vingt-cinq ans a consacré à l'étude des Roses des milliers d'heures en travail d'analyse, de comparaisons et d'observations, tant dans la nature que dans les herbiers, donne à son travail la plus grande autorité. Ce travail est une réponse à certaines idées, également générales, émises quelque temps auparavant par MM. Christ, Burnat et Gremli et pouvant se résumer dans les propositions suivantes :

1. Le genre *Rosa* est une association de formes d'une obscurité désespérante où la distinction d'espèce existe à peine relativement à d'autres genres connus.

2. Les espèces se relient entre elles par des formes intermédiaires plus ou moins nombreuses.

3. Le genre lui-même est malaisé à répartir en sections naturelles.

4. Il n'existe pas dans les Roses d'espèces absolument isolées, car entre tous les groupes spécifiques on observe des formes de transition.

M. Crépin répond d'abord aux deux dernières de ces conclusions. Selon lui l'*existence d'espèces isolées dans le genre Rosa est un fait acquis et indéniable*. A l'appui de son affirmation et comme exemples d'espèces isolées dans leurs sections respectives et formant des groupes spécifiques ne présentant aucune forme de transition qui puisse les relier entre eux, il cite les *R. alpina*, *pimpinellifolia*, *cinnamomea* et *gallica*. Il se produit bien, il est vrai, des

(1) François Crépin : *Examen de quelques idées émises par MM. Burnat et Gremli sur le genre Rosa*. Bull. soc. bot. de Belgique, 1888, Compt. rend. des séances, p. 49

hybrides entre le *R. pimpinellifolia* et le *R. alpina*, entre le *R. gallica* et des représentants d'autres sections, mais les produits hybrides ne sont pas des formes de transition. Si comme telles en effet on admettait ces dernières, il n'y aurait plus dans le règne végétal aucun type isolé, puisque le croisement hybride est possible entre les espèces d'un même genre et parfois entre des espèces appartenant à des genres différents. Quant au doute, manifesté par les auteurs qu'il réfute, sur la possibilité de répartir le genre *Rosa* en sections naturelles, M. Crépin ne peut le partager; il admet, au contraire, que *ce genre est susceptible d'être divisé en sections parfaitement naturelles de valeur taxinomique égale à celle d'une foule de sections d'autres genres admises comme excellentes.* Les sections déjà proposées par lui dans ses divers travaux en sont la preuve; elles sont relativement aussi isolées que les espèces citées précédemment et peuvent subir une discussion analogue.

M. Crépin passe ensuite à l'examen simultané des deux premières propositions des rhodologues suisses. Ce qu'il vient de dire précédemment sur l'existence de types isolés lui permet d'affirmer à priori que ces deux conclusions sont partiellement fausses, puisqu'il existe réellement, dans le genre *Rosa*, des espèces très distinctes, dont la valeur morphologique égale celle des meilleures espèces d'autres genres, et qui, de plus, ne sont pas reliées les unes aux autres par des formes intermédiaires. Il ne lui reste donc plus qu'à rechercher si le genre Rosa ne possède pas, à côté des espèces nettement isolées, d'autres espèces reliées entre elles par des formes de transition plus ou moins nombreuses et dont la valeur morphologique serait inférieure à celle d'espèces d'autres genres. Cette fois encore M. Crépin est pour la négative. Voici quelles sont ses raisons. Il y a dans le genre *Rosa*, comme dans une foule d'autres groupes génériques, des espèces plus ou moins plastiques, « plus élastiques que d'autres », dites espèces *polymorphes*, dont les individus distribués sur une vaste aire géographique sont plus ou moins variés. Or ce sont principalement ces espèces polymorphes qui ont exercé les efforts d'une foule de chercheurs qui, confinés dans une région plus ou moins restreinte, ont eu souvent le tort de trop généraliser et de conclure du particulier au général, oublieux de ce principe fondamental de botanique descriptive, qu'un genre entier ne peut être bien apprécié dans ses divisions et dans ses espèces qu'après avoir été embrassé dans son ensemble. En effet, chacun d'eux, dans sa sphère, a voulu trouver du neuf. L'analyse poussée jusqu'à ses dernières limites a provoqué la création d'une multitude de prétendues espèces nouvelles. On en est même arrivé à décrire le buisson, c'est-à-dire l'individu! Cette subdivision spécifique a été facilitée par la méconnaissance presque générale des vrais caractères distinctifs. Les débutants, les jeunes botanistes, en voyant ceux qu'ils considéraient comme des maîtres, attacher une importance capitale à la pubescence, à la glandulosité, à la forme des réceptacles, et à des différences très secondaires, ont été de l'avant avec une entière confiance, se servant surtout de la pubescence et de la glandulosité pour pulvériser les types spécifiques de premier et de deuxième ordre. De là est né ce chaos dans les groupes des Roses européennes dont s'éloignent avec une véritable épouvante les bota-

nistes qui n'ont pas des années à consacrer à l'étude d'un seul genre ; de là est aussi née cette fausse idée que le genre Rosa est un groupe informe où la nature n'a pas encore achevé son œuvre. Ces études, dirigées par une analyse ne connaissant plus de frein, ont fatalement obscurci ou perverti la notion de l'espèce dans l'esprit de beaucoup d'observateurs. Cette perversion a même atteint quelques botanistes très experts, qui, tout en réagissant contre le courant, ont tout de même fini par admettre, dans le genre Rosa, sous le nom d'espèces, des groupements spécifiques dépourvus de valeur réelle ou dont la valeur est exagérée. Partant de l'idée que ces groupements de valeur très secondaire représentent des espèces véritables, il ne leur a pas été fort difficile de découvrir qu'entre ces groupements il existe des formes intermédiaires. « Mais de là, ajoute M. Crépin, à conclure que les espèces de premier ou même de deuxième ordre sont reliées entre elles par des formes de transition, la distance est grande, disons-le, énorme. Nous avons nous-même admis que certains types spécifiques de premier ou de deuxième ordre pouvaient présenter de petits groupes naturels subordonnés, à caractères encore faibles ou plus ou moins vacillants, que ces groupes subordonnés sont vraisemblablement des espèces en voie de formation. Qu'entre ces groupes subordonnés dérivés de types encore existants, il se présente des formes intermédiaires ou de transition, nous sommes tout disposé à l'admettre, sans néanmoins considérer le fait comme étant particulier au genre *Rosa* ou à tout autre genre dit polymorphe. *Mais quant à accepter l'existence de formes intermédiaires entre les types spécifiques de premier ordre, types désormais isolés, notre longue expérience, nos recherches sans nombre nous le défendent d'une manière absolue* ».

Après ces considérations générales sur lesquelles nous nous sommes étendus un peu longuement pour montrer comment les rhodologues les plus éminents comprennent différemment l'espèce, parcourons rapidement les travaux descriptifs parus ces deux dernières années.

L'étude spéciale des Roses des bassins moyens du Rhône et de la Loire a été faite, comme nous l'avons déjà dit, par M. Boullu (1) ; elle occupe une cinquantaine de pages de la flore de Cariot et du Dr Saint-Léger. Dans le vaste rayon de cette flore qui comprend des régions rhodologiques aussi privilégiées que la Savoie et le Dauphiné, M. Boullu décrit, à titre d'espèces ou de variétés, plus de deux cents formes différentes. Il admet 41 espèces de premier ordre, 93 de second ordre et 24 hybrides. Les descriptions sont assez brèves et se bornent même, pour les espèces de second ordre et les variétés, à l'indication des caractères différentiels ; des clefs analytiques conduisent facilement le lecteur à la détermination des espèces.

Le grand nombre d'espèces admises par M. Boullu montre de suite que ce botaniste appartient à l'école analytique. Il suffit d'ailleurs pour s'en convaincre de jeter un coup d'œil sur quelques-unes des dix sections dans lesquelles il distribue ses différentes espèces ; l'on verra en même temps qu'il attache une importance capitale à des caractères secondaires comme

(1) Boullu (in Cariot et Saint-Léger : *Étude des fleurs*, 1889, p. 240 à 289).

par exemple la pubescence et la glandulosité. Ainsi, dans les *Gallicanæ*, il admet comme espèces de premier ordre, avec le *Rosa gallica*, les *R. austriaca incarnata, virescens, silvatica, mirabilis* et *velutiniflora;* dans les *Caninæ*, subdivisées en *lutetianæ, biserratæ, hispidæ, pubescentes* et *collinæ*, suivant que les feuilles sont glabres ou pubescentes, les pédoncules lisses ou glanduleux hispides et les feuilles simplement ou doublement dentées, il décrit 17 types de premier ordre : les *R. lutetiana, sphærica, dumalis, squarrosa, andegavensis, Aunieri, Pouzini, obtusifolia, dumetorum, urbica, platyphylla, coriifolia, corymbifera, Deseglisei, collina, cinerea* et *Friedlanderiana;* dans les *Rubiginosæ*, traitées principalement d'après la glandulosité, les *R. Jundzilliana, speciosa, sepium, lugdunensis, micrantha, septicola, echinocarpa, subdola* et *comosa;* enfin dans les *Tomentosæ*, les *R. dumosa, tomentosa, similata, cuspidatoides* et *mollis*.

Dans une note sur les variations de l'armature du *Rosa alpina* L., M. Crépin (1) montre que ces variations ont donné lieu à la création, entre autres par Déséglise, de plusieurs mauvaises espèces; de plus il constate la présence d'aiguillons géminés dans un certain nombre de formes recueilles en France, en Suisse et en Italie et il croit ce caractère assez important pour amener peut-être un changement dans le classement du *Rosa alpina*.

Dans un autre article (2) le même auteur étudie le *Rosa ferruginea Vill.* Selon lui, cette espèce qui se maintient constamment avec son faciès et tous ses caractères, quelle que soit la nature des stations, constitue un type bien distinct sur lequel on ne peut jamais se méprendre et qui se reconnaît même toujours à distance à l'égal des meilleurs types primaires. En conséquence, malgré les descriptions actuelles qui laissent supposer que ce type ne se dégage pas d'une façon très nette de certaines formes du *R. glauca*, il ne peut être mis au même rang spécifique que celui-ci. Ce dernier est d'un rang taxinomique bien inférieur et il montre des attaches encore très étroites avec le *R. canina* dont il ne paraît être qu'un membre modifié depuis une époque relativement moderne; au contraire, le *R. ferruginea*, qui n'a pas de forme correspondante dans la plaine, est franchement séparé du groupe *Canina* par bon nombre de caractères.

Cette conclusion de M. Crépin est contraire aux idées émises par lui en 1882, dans le sixième fascicule de ses *Primitiæ;* à cette époque il considérait les *R. glauca, ferruginea* et *montana* comme ayant une même valeur spécifique et en faisait une sous-section de ses *Caninæ*. Cette première manière de voir est suivie par M. Rouy (3) dans ses « Suites à la flore de France », où il donne les caractères et la synonymie de ces trois types en y rattachant, parmi les nombreuses variétés ou sous-variétés décrites, celles qui sont suffisamment caractérisées pour mériter une mention spéciale. Dans le même

(1) F. Crépin : *L'armature du Rosa alpina L.* Bull. Soc. bot. de Belgique. 1888, Mémoires, p. 109.
(2) Loc. cit. p. 113.
(3) Loc. cit., 1888 et 1889, p. 105 à 84.

travail, M. Rouy traite d'une manière analogue quelques autres types, entre autres les *R. coriifolia* et *mollis*.

Rappelons enfin pour terminer quelques notes sans grande importance. Dans l'une M. Chastaingt (1) décrit deux Rosiers nouveaux pour la flore du département d'Indre-et-Loire, les *R. sazilliacensis* et *superba*. Malgré sa répugnance à fournir pour la science de prétendues espèces nouvelles, l'auteur a cru, dit-il, devoir élever à ce rang les deux formes dont il donne la description afin que ces Rosiers ne soient pas perdus pour les rhodologues.

D'autres encore plus brèves sont dues à MM. Boullu (2), Debeaux (3), Ozanon (4) et Moutin (5); elles ont principalement pour objet les *R. Sauzeana*, *ucenensis*, *Penchinati*, *inconspicua*, *Mollardiana* et *Vaulxiana*.

Genres Geum et Potentilla. — Les descriptions, par M. Rouy (6), du *Geum heterocarpum* Boiss., espèce des Hautes-Alpes, et du *Potentilla valderia* L., plante des régions alpine et subalpine des Alpes-Maritimes, complètent les travaux descriptifs sur les Rosacées de la flore de France.

Pomacées.

M. Pierrat (7) décrit une variété du *Cratægus monogyna* qu'il nomme *saxatilis* et qui est caractérisée par des feuilles non atténuées à la base et des sépales étalés sur le fruit qui est oblong pendant la maturité.

Le *Sorbus erubescens* Kerner, du Cantal, à fleurs lavées de rouge et à feuilles rougissant à la dessiccation, est considéré par la plupart des botanistes comme un hybride entre les *S. Aria* et *Chamæspilus;* M. Malvezin (8) qui en a observé trois ou quatre cents pieds identiques sur un espace de 5 à 6 hectares pense que c'est une espèce nouvelle pour la France et non un hybride pour la raison que le *S. Aria* n'a jamais été remarqué sur les montagnes du Cantal.

Onagrariées.

L'*Epilobium Tournefortii* Mich., espèce de l'Espagne, du Portugal, et de

(1) G. Chastaingt : *Description des deux Rosiers de la sous-section Caninæ hispidæ (Déséglise) appartenant à la flore du département d'Indre-et-Loire* (Bull. Soc. bot. Fr. 1888, p. 281).

(2) Boullu : *Description d'une variété longipedunculata du Rosa macrocarpa.* — *Description du Rosa sauzeana, espèce nouvelle* (Bull. trim. Soc. bot. Lyon, 1888). — *Rosa ucenensis.* — *Rosa Aunieri* (Scrin. flor. select. 1888, p. 131, et 1889, p. 148). — *Rosa ucenensis, R. vaillantiana* et *R. Grenieri.* — *Rosa Moutini* (Soc. bot. Rochelaise, 1888, p. 29, et 1889, p. 30).

(3) Debeaux : *Rosa Penchinati* (Scrin. flor. select. 1888, p. 131).

(4) Ozanon : *Rosa inconspicua* (Scrin. flor. select 1888, p. 131).

(5) Moutin : *Rosa Mollardiana* et *R. Vaulxiana* (Bull. Soc. Dauphinoise, 1889, p. 633.

(6) Loc. citat., 1888, p. 131.

(7) Pierrat : *Cratægus monogyna Jacq. var. saxatilis Pierrat* (Soc. bot. Rochelaise, 1889, p. 31).

(8) Malvezin : *Sorbus erubescens Kerner* (Scrin. flor. selec., 1889, p. 148).

quelques îles de la Méditerranée, avait été dès 1862 signalée dans le département des Bouches-du-Rhône dans le catalogue de Castagne; M. Rouy (1) donne la description de cette nouvelle plante française, qui a été confondue par plusieurs auteurs avec l'*E. tetragonum* et que M. Haussknecht dans sa monographie des Epilobes admet comme espèce distincte.

Callitrichinées.

Dans cette famille M. Rouy (2) décrit les *Callitriche obtusangula* Le Gall et *truncata* Guss. ; la diagnose de ces plantes, d'une valeur spécifique fort controversée, a été depuis longtemps déjà publiée dans les flores de l'ouest.

Cératophyllées.

M. Foucaud (3) signale dans l'Ouest la présence d'une variété nouvelle de *Ceratophyllum demersum*, il la nomme *nonacanthum* parce que son fruit possède sur le dos, et non sur les côtés et au sommet comme dans le type, deux épines supplémentaires quelquefois réduites à des cornes ou tubercules. Cette variété est reliée au type par de nombreux intermédiaires; de plus elle présente certaines formes qui correspondent exactement au *C. pentacanthum* Haynald et *C. plantyacanthum* Chamisso.

Paronychiées.

Dans ses « Suites à la Flore de France » M. Rouy (4) décrit les *Scleranthus uncinatus* Schur. et *verticillatus* Tausch. Ces deux plantes diffèrent du *S. annuus*, la première par son inflorescence, ses fleurs plus grandes et les calices pubescents à sépales écartés, crochus au sommet; la seconde par sa taille plus exiguë, son port contracté, ses glomérules axillaires denses, subsessiles, ses fleurs de moitié plus petites et les dents du calice fructifère dressées.

Crassulacées.

Immédiatement après nous trouvons dans le même travail la description du *Sedum littoreum* Gussone qui diffère du *S. annuum* L. par son port plus robuste, ses feuilles bien plus épaisses et non linéaires, ses pétales plus pâles et ses styles courts, et celle des *Sempervivum piliferum* Jord. et *Fauconneti* Reuter, le premier intermédiaire entre le *montanum* L. dont il a l'aspect et l'*arachnoïdeum* L., le second présentant des affinités avec l'*arachnoïdeum* L., le *montanum* et le *tectorum* L.

Saxifragées.

Enfin le même auteur décrit deux Saxifragées des Alpes-Maritimes et

(1) Loc. cit., 1889.
(2) Loc. cit., 1888.
(3) Foucaud : *Note sur une variété nouvelle de Ceratophyllum demersum* L. (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, pag. 82).
(4) Loc. cit. 1889, p. 122 à 218.

des Basses-Alpes, *S. cochlearis* Reich. qu'il considère comme une bonne espèce se distinguant du *lingulata* Bell. par sa pubescence glanduleuse et ses feuilles à limbe terminal très arrondi, et *S. Lantoscana* Boiss. et Reut., simple sous-espèce du *lingulata*.

Ombellifères.

Il existe sur les côtes de la Manche (le Tréport, Mers, etc.) et de l'Océan (Bayonne, Saint-Jean-de-Luz), une forme de *Daucus* qui, bien qu'assez nettement caractérisée par son port rameux et trapu, sa tige hérissée de poils blancs, ses feuilles velues sur les deux faces et ses fruits très petits à aiguillons grêles, subulés dès la base, crochus ou un peu rameux, ne laisse pas depuis bientôt un siècle qu'elle a été signalée à l'attention des botanistes de les embarrasser beaucoup pour sa détermination exacte et n'a pas encore de place bien définie dans la classification des *Daucus* français. Décrit assez exactement en 1805 par de Candolle, dans la flore française, sous le nom de *Daucus hispidus* Bouch., elle a depuis été successivement rapportée par les botanistes français au *D. hispidus* de Desfontaines, confondue avec le *D. gummifer* de Lamarck et le *maritimus* de Withering, ou considérée comme une simple variété du *D. Carota*.

M. Masclef (1), qui a étudié comparativement un grand nombre d'échantillons de formes littorales de *Daucus*, montre la fausseté de ces diverses manières de voir. En effet, le *D. hispidus* décrit par de Candolle n'est certainement pas, tout d'abord, la même plante que celle qui a été décrite sous le même nom par Desfontaines dans la *Flora atlantica*. Celui-ci est surtout caractérisé par des fruits à aiguillons épaissis et glochydés en étoile au sommet; la plante française de de Candolle, au contraire, a les aiguillons très fins au sommet et simplement recourbés, très rarement ramifiés. La cause de cette confusion entre deux plantes si différentes est facile à expliquer: la planche de la *Flora atlantica* à laquelle renvoie de Candolle donne assez bien, et à tort, le port du Daucus français, et ne figure pas, chose singulière, les caractères les plus saillants et les plus constants, c'est-à-dire les aiguillons épaissis et glochydés en étoile au sommet.

Le *Daucus hispidus* des côtes de la Manche et de l'Océan ne peut être davantage confondu avec le *D. gummifer* de Lamarck. Cette fois encore les caractères tirés du fruit pourraient suffire à établir la différence. Le *D. gummifer* a les fruits plus larges armés d'aiguillons triangulaires, dilatés et confluents à la base; les aiguillons sont toujours, au contraire, très grêles et bien distincts dès la base dans le *D. hispidus* DC. D'autre part, les feuilles du *D. gummifer* sont luisantes et presque complètement glabres sur la face supérieure, tandis que celles du *D. hispidus* DC. sont velues sur les deux faces. Enfin le port et surtout l'aspect sont différents.

Peut-on davantage prétendre à l'identité du *D. maritimus* With. et du *D. hispidus* DC.? La plante de Withering, comme le *D. gummifer*, auquel on doit sans doute la réunir, a les feuilles d'un vert sombre, luisant « leaves

(1) A. Masclef : *Note sur le Daucus hispidus DC.* Paris, 1889.

of a dark green glossy » et les aiguillons des fruits sont aplatis : « bristles of the seeds flattened »; il est donc inutile d'insister davantage. D'autre part la figure que donne Withering de son *Daucus* n'a absolument rien du port du *D. hispidus* DC.; or elle est, dit-il, d'une irréprochable exactitude.

Enfin doit-on considérer le *Daucus hispidus* comme une simple variété maritime du *D. Carota?* Par ses fruits plus petits et plus étroits, ses aiguillons crochus ordinairement dirigés en grande partie vers le haut, sa villosité si particulière et tout un ensemble de caractères affectant son port général, le *D. hispidus* diffère autant du *D. Carota* qu'en diffère lui-même le *D. gummifer;* c'est donc, comme ce dernier, une forme végétale assez nettement caractérisée pour occuper dans la flore de France une place bien déterminée.

Quelle doit être cette place, ou mieux quelle est la valeur spécifique du *Daucus hispidus* DC.? En comparant quelques-uns de ses nombreux spécimens avec des échantillons de *D. Carota* et de *D. gummifer*, M. Masclef a été surpris d'observer entre ces trois types, en particulier pour le fruit, qui présente les caractères distinctifs les plus importants, certaines formes de transition parfaitement graduées; quelques-unes pouvaient indifféremment être rapportées au *Carota*, au *gummifer* ou à l'*hispidus*. Aussi l'auteur arrive à cette conclusion que toutes les formes de *Daucus* que l'on rencontre sur le littoral de la Manche et de l'Océan sont dérivées d'une seule et même espèce, le *D. Carota* de Linné. Cependant, comme malgré cette origine commune on distingue facilement au milieu de ce grand nombre de formes intermédiaires trois principales qui, étudiées séparément, pourraient être considérées comme des espèces distinctes et autour desquelles viennent se grouper toutes les autres, il ne considère pas les *Daucus gummifer* et *hispidus* comme de simples variétés; ce sont, avec le *D. Carota* de Gren. et Godr., des *sous-espèces*, ou mieux des *types*, qui servent comme de jalons pour aider à subdiviser un stirpe primitif unique. De cette façon, ajoute-t-il, on leur conserve dans la classification la place due à leurs caractères et on montre leur dépendance réciproque.

Le genre *Heracleum* dans la flore de Grenier et Godron ne compte que cinq espèces, encore n'ont-elles pas chacune la même valeur et pourraient-elles, même suivant certains auteurs, être réduites à une seule, *H. Sphondylium*. MM. TIMBAL-LAGRAVE et MARÇAIS (1), dans une monographie des espèces françaises de ce genre décrivent seize espèces différentes distribuées en quatre sections. Dans la première, *Euheracleum*, nous trouvons l'*H. Lecoquii* Gren. et Godr. et l'*H. florescens* Baumg. spécial à la Haute-Garonne. La seconde section, *Aromaticum*, est formée par l'*H. redolens* Jord., des Hautes-Alpes et de l'Aude. La troisième, *Sphondylium*, comprend les *H. setosum* Lap. (*Panaces* Gr. Godr.), *pyrenaicum* Cuss., *stenophyllum* Jord., *angustatum* Bor., *elegans* Jacq., *granatense* Boiss., *Bailletianum* Timb. et Març., *occidentale* Bor., *æstivum* Jord., *delphinense* Jord. et *pratense* Jord. Ce qui frappe surtout dans

(1) Ed. Timbal-Lagrave et Ed. Marcais : *Essai monographique sur les espèces françaises du genre Heracleum* (Bull. Soc. fr. de botan., 1689, p. 323).

cette section c'est de n'y voir pas cité l'*H. Sphondylium* L.; à ce propos les auteurs font remarquer qu'ils n'en donnent pas de description spéciale et ne l'indiquent pas non plus comme synonyme parce que d'après la description qu'en donne Linné, son nom peut être appliqué vaguement à toutes les « espèces » de la section, mais avec certitude et précision à aucune. Enfin la quatrième section, *Wendia*, est composée des *H. alpinum* L. du Jura et *minimum* Link. du Dauphiné.

MM. Timbal-Lagrave et Marçais semblent accorder à chacune de leurs seize espèces une valeur absolument égale; nous ne trouvons aucune trace de subordination, et cependant il est peu de genres où elle soit plus facile à établir : c'est la méthode analytique pure appliquée à priori, sans aucune justification de son emploi. Aussi nous croyons que les botanistes adopteront difficilement une semblable classification des *Heracleum*, car même en admettant que certains éliminent de la classification le type *Sphondylium*, peu consentiront à considérer comme ayant une valeur spécifique égale, par exemple les *H. Lecoquii* et *redolens*, *pyrenaicum* et *Bailletianum*, *minimum* et *pratense*.

D'autre part cette monographie ne s'étend pas à toute la France, on n'y trouve citée aucune localité des environs de Paris, du nord, du nord-ouest, etc.; les formes d'*H. Sphondylium* particulières à ces régions peuvent-elles toutes se rapporter aux espèces de cette monographie, ou bien quelques-unes ne sont-elles pas inédites et alors ne doivent-elles pas donner lieu à la création de quelques nouvelles autres espèces d'une valeur égale à celles créées par Jordan, Boreau et autres.

M. Rouy (1) dans la famille des Ombellifères décrit comme espèces : d'abord l'*Heracleum alpinum* L. que nous venons de citer; puis *Angelica heterocarpa* Lloyd qui se distingue de l'*A. silvestris* par les segments des feuilles bien plus étroits et plus atténués, les pétales à pointe infléchie et les fruits irréguliers à aile épaissie; le *Peucedanum lancifolium* Lange qui se rapproche du *parisiense* par le port et du *palustre* par bien des caractères; le *Bupleurum corsicum* Coss. et Kralich, de la Corse, voisin des *neglectum* et *falcatum*; enfin le *Meum adonifolium* J. Gay, de la Savoie, qui « se distingue du *M. Mutellina* Gaertn, par la tige plus haute et plus épaisse, les feuilles radicales dressées (et non divariquées), plus larges, plus longuement pétiolées, à divisions beaucoup plus ténues, les rayons de l'ombelle lisses (et non scabres du côté interne), les involucelles à folioles plus nombreuses (5-8 et non 3-5), le fruit plus petit et les styles de moitié plus courts ».

En réponse à la notice de M. Rouy sur cette dernière plante M. Copineau (2) montre que le *Meum adonidifolium* ne peut être conservé comme espèce et n'est qu'une simple forme du *M. Mutellina*, c'est d'ailleurs l'opinion de l'auteur même du *M. adonidifolium*, M. Gay; voici comment il s'exprime à son sujet, deux ans après la publication de sa description : « J'ai été obligé de

(1) Loc. cit., 1889, p. 218 à 231.
(2) C. Copineau : *Note sur le Meum adonidifolium* (Journ. de bot., 1889, p. 375).

reconnaître, après étude, qu'il n'y avait pas lieu de se fier aux caractères indiqués, qu'ils étaient tous variables, et que par conséquent l'espèce n'était pas tenable. Ce n'est qu'une forme élancée du *Meum Mutellina*, qui, nain dans la zone alpine, au col du Sancy, à 1785 mètres d'altitude, comme dans toute la chaîne des Alpes, allonge considérablement sa tige et ses feuilles radicales lorsqu'il descend dans la zone subalpine, comme il le fait à Tigues et à la Val-en-Tarentaise (1120 et 1400 mètres d'altitude) et sur les flancs de la gorge de l'Enfer au Mont-Dore (altitude d'environ 1600 m. et au-dessous). Cette forme est pourtant bonne à conserver dans les herbiers pour montrer quel aspect différent une différence de taille, accompagnée de feuilles plus amples et plus longuement pétiolées, peut imprimer aux individus d'une même espèce, croissant aux deux limites extrêmes de leur zone. Cette différence de taille est souvent ici de plus du double ».

Loranthacées.

Le *Viscum album* Boiss. et Reut., particulier à nos montagnes des Vosges, du Jura, des Alpes et des Corbières, où il vit sur le Pin silvestre et quelques autres Conifères, d'après sa description diffère nettement du *V. album* par sa couleur d'un beau vert, les rameaux toujours dichotomes, les feuilles plus longues et du double plus étroites, les baies jaunâtres, ovales et non blanches sphérique. Mais, comme le fait remarquer M. Rouy (1), ces caractères sont tous très variables et dès lors le *V. laxum* ne peut être seulement admis que comme variété du *V. album*; c'est d'ailleurs l'avis de Boissier lui-même.

Rubiacées.

M. Rouy (2) donne la description de l'*Asperula hexaphylla* All., des Alpes maritimes : c'est d'après cet auteur une espèce très distincte par ses feuilles glabres en dessous, ciliées aux bords, toutes verticillées par six, ses tiges ténues et sa corolle à tube allongé, à classer à côté de l'*A. hirta* Rans.

M. Loret (3), dans la dernière édition de la flore de Montpellier avait déjà réuni les *Galium Prostii* Jord. et *G. myrianthum* Jord., sous la dénomination commune de *G. obliquum* Vill. De nouvelles observations lui permettent d'insister sur ce point. Les deux espèces jordaniennes, admises par Grenier dans la Flore de France, ne doivent pas porter d'autre nom que le seul nom légitime de *G. obliquum* créé par Villars. En effet, la coloration différente des fleurs, rouges dans le *Prostii* et blanches jaunâtres dans le *myrianthum*, est la seule différence sensible que l'on peut remarquer dans ces deux plantes, or à Mende même, localité classique du *G. Prostii*, on trouve ce *Galium* à fleurs jaunâtres. D'ailleurs Villars lui-même fait remarquer que le *G. obliquum* (à fleurs blanches) a souvent des fleurs rouges ou jaunâtres.

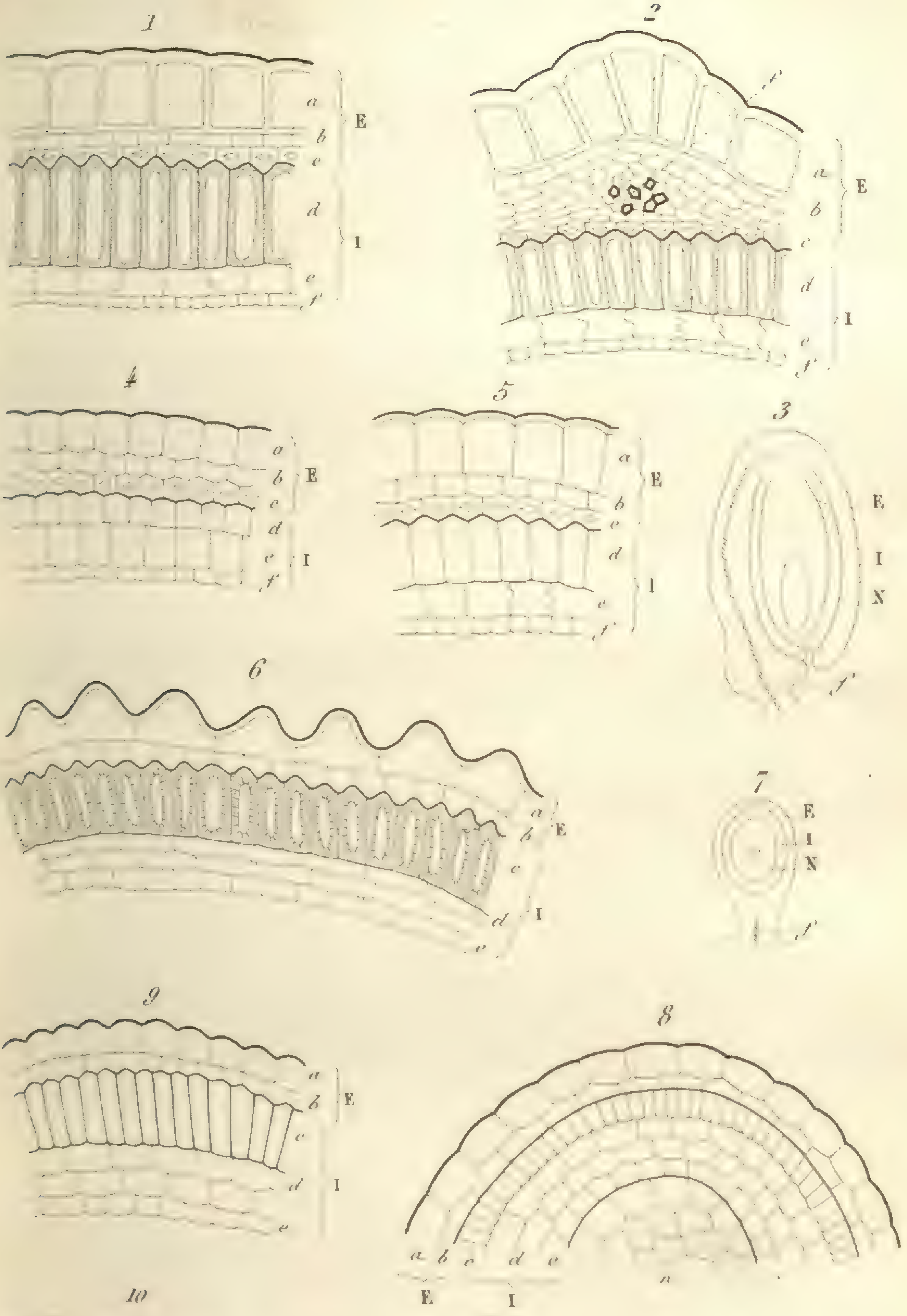
(1) Loc. cit., 1889, p. 256.
(2) Loc. cit. 1889, p. 271.
(3) H. Loret : *Galium obliquum Vill.* (Soc. Dauphinoise, 1838, p. 606).

Valérianées.

C'est par l'étude d'une plante de cette famille, le *Valeriana excelsa* Poiret (*V. sambucifolia* Mick.) que M. Rouy (1) termine, pour les deux années dont nous analysons les travaux descriptifs, ses observations sur les espèces nouvelles de la flore de France. D'après lui, cette Valériane qui existe plus ou moins communément dans les Ardennes, les environs de Paris, la Bourgogne, le Doubs, les Pyrénées, etc., se distingue du *V. officinalis* L. par sa tige plus robuste, émettant à la base des rameaux dénudés, ses feuilles à segments peu nombreux et bien plus larges, ses fruits plus étroits et plus comprimés.

(1) Loc. cit. 1889, p. 272.

(*A suivre.*) A. Masclef.

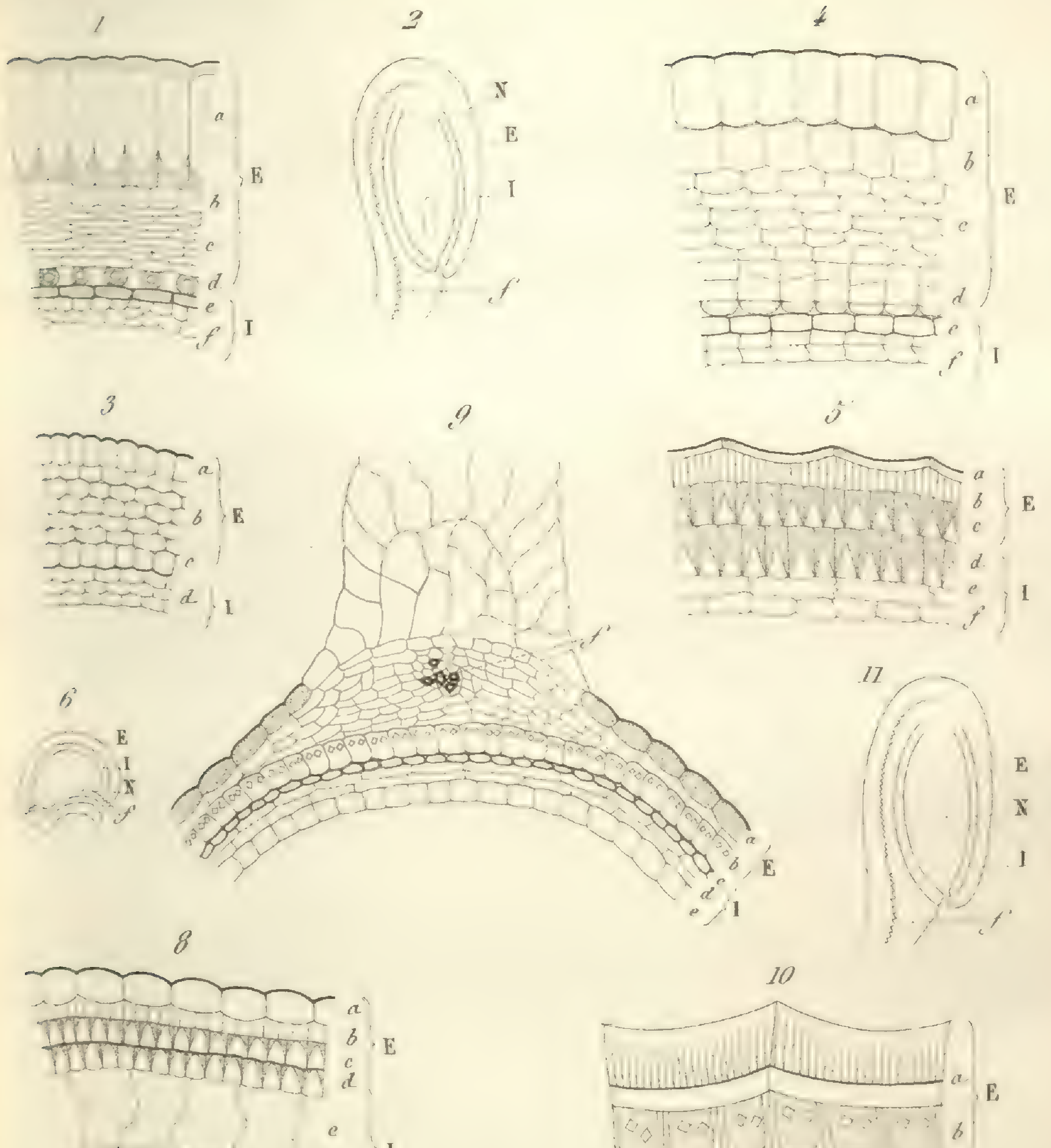


Violariées (1-5) Résédacées (6-9)-Cistinées (10-12).

Dufour sc.

Cistinées (1-3) - Capparidées (4-8) - Passiflorées (9-12).

Imp. Bry. Paris.



Berbéridées (1-4). Géraniées (5-8). Papavéracées (9-14).

Imp. Bry. Paris.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Ecoles, à Paris.

VIENT DE PARAITRE :

TRAITÉ
DES
ARBRES ET ARBRISSEAUX
FORESTIERS, INDUSTRIELS ET D'ORNEMENT
Cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France

DONNANT LA DESCRIPTION ET L'UTILISATION D'ENVIRON 1800 ESPÈCES ET 1000 VARIÉTÉS

Par P. MOUILLEFERT

Professeur de sylviculture à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

AVEC UN ATLAS CONTENANT 232 PLANCHES INÉDITES DONT 32 COLORIÉES

« Mon plan, peut être ainsi résumé : il consiste à entreprendre d'exposer l'histoire succincte de tous les principaux arbres, indigènes ou exotiques, que l'on trouve actuellement en Europe, soit dans les forêts, soit dans les collections dendrologiques, soit dans les parcs ou jardins publics ; je parlerai aussi de ceux que l'on rencontre le plus communément dans les orangeries et dans les serres ; en un mot de tous ceux que l'on cultive au triple point de vue : forestier, industriel et ornemental ; c'est-à dire d'environ 1800 à 1900 espèces botaniques et 800 a 900 variétés.

« Avant d'entrer en plein dans mon sujet, j'ai cru devoir commencer par donner quelques notions de Botanique spécialement affectées à l'étude des Arbres.

« Quant à l'histoire des Arbres dont il sera question, elle comprendra quatre parties principales : La première : ce qui concerne la patrie, l'origine et l'aire géographique de l'espèce décrite. La deuxième : les principaux caractères botaniques qui distinguent l'arbre étudié. La troisième partie comprendra les conditions d'existence de l'arbre, c'est-à-dire les sols et les milieux qui lui conviennent, les moyens de reproduction et d'extension dont il dispose. Enfin, dans la quatrième partie j'indiquerai la nature des produits, bois, fruit, écorce, etc., utilisables. J'indiquerai aussi le parti que l'on peut tirer de l'espèce étudiée, au point de vue forestier, ornemental et industriel.

« Je n'ai pas, il va sans dire, la prétention de faire une œuvre parfaite du premier coup : mon travail contiendra certainement des omissions et même des erreurs inévitables dans un sujet aussi vaste ; mais l'essentiel était de commencer à faire *« quelque chose »*, de faire un large cadre, ou de mettre l'édifice debout ; les tirages complémentaires ainsi que les éditions qui pourront survenir combleront peu à peu les vides, tout en améliorant l'œuvre ; aussi dans ce but je recevrai toujours avec reconnaissance les observations que mes lecteurs voudront bien me présenter.

« P. MOUILLEFERT. »

MODE ET CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le **Traité des arbres et arbrisseaux** formera un volume de texte de 1060 à 1100 pages et un atlas de 232 planches du format in-8°.

L'ouvrage sera publié en 33 livraisons, chacune de 32 pages de texte, la 1re avec 8 planches noires d'éléments de la botanique des arbres, la deuxième avec 3 planches noires d'éléments de botanique, 3 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée, les suivantes avec 6 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée dans le genre de celles de l'Atlas Masclef.

Il paraîtra deux livraisons par mois

Prix de chaque livraison : 1 fr. 25.

Les trois premières livraisons sont en vente.

En envoyant à l'éditeur, *d'avance et en une fois*, la somme de **40 francs**, on recevra l'ouvrage entier, port compris, au fur et a mesure de l'apparition des fascicules, y compris deux cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Le prix de ces deux cartons pour les acheteurs à la livraison est de 2 fr. chacun. Aussitôt l'ouvrage achevé, le prix en sera porté à 50 francs.

CORBEIL. — Imprimerie CRÉTÉ.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 mars 1891

N° 27

AVIS. -- Ce numéro renferme la couverture du volume de 1890.

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 MARS 1891

Pages

I. — NOUVEL APPAREIL *DE MM. G. BONNIER ET L. MANGIN*, POUR L'ANALYSE DES GAZ, notice de M. **E. Aubert** (avec figure dans le texte et planche)........................ 97

II. — DÉVELOPPEMENT DES TÉGUMENTS DE LA GRAINE (avec planches), par **M. Marcel Brandza** (*suite*).......... 105

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS publiés en 1889 et en 1890, (avec figures dans le texte), par **M. J. Costantin**.. 127

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA CLASSIFICATION ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE publiés en 1888 et 1889, par **M. A. Masclef** (*suite*)................................ 135

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

Planche 6. — *Développement du tégument des graines* (*Papavéracées* (suite), *Portulacées, Hypéricinées, Fumariacées*).

Planche 7. — *Développement du tégument des graines* (*Crucifères, Ampélidées, Malvacées*).

Planche 8. — *Développement du tégument des graines* (*Malvacées* (suite), *Tiliacées, Sterculiacées, Lythrariées*).

Planche 11. — *Appareil à analyses de MM. G. Bonnier et L. Mangin.*

Cette livraison renferme en outre 10 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

NOUVEL APPAREIL

DE MM. G. BONNIER ET L. MANGIN

POUR

L'ANALYSE DES GAZ

Notice par M. E. AUBERT

Le dosage d'un mélange gazeux se fait, en général, par l'addition, à un volume connu de ce mélange, d'une quantité déterminée d'un gaz, soit comburant, soit combustible, qui, sous l'influence de l'étincelle électrique, réagira sur l'un des éléments du mélange proposé. La lecture des diminutions de volume successives qui résultent de cette première opération, puis de l'emploi des substances absorbantes, permet de connaître la nature des gaz qui composaient le mélange primitif et le volume de chacun d'eux.

Cette méthode d'analyse est simple et semble expéditive. Mais, pour en tirer des résultats suffisamment exacts, par les procédés eudiométriques ordinaires, il est nécessaire d'employer un volume notable de gaz, et de noter, pour chacune des lectures successives : le volume du gaz, sa température, la pression à laquelle il est soumis, et la force élastique de la vapeur d'eau qu'il renferme. Puis, toutes ces données aidant, il faut ne comparer les volumes observés qu'après les avoir ramenés aux mêmes conditions physiques, c'est-à-dire faire préablement les corrections relatives à la température, à la pression et à la tension de la vapeur d'eau.

L'appareil de MM. Bonnier et Mangin, dont nous donnons plus loin la description, présente un immense avantage sur tous les eudiomètres imaginés jusqu'ici, en ce qu'il permet d'em-

ployer seulement un tiers à un quart de centimètre cube du mélange gazeux, et de supprimer toutes les corrections précédentes.

Dans le cas d'un mélange d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique, on peut réaliser une analyse complète, avec une certaine habitude, *en un quart d'heure environ, y compris la durée du lavage de l'appareil.* Or, en un intervalle de temps aussi court, la pression atmosphérique et la température sont sensiblement constantes; le gaz étant toujours saturé de vapeur d'eau, il n'y a pas lieu de tenir compte de la présence de cette vapeur.

MM. Bonnier et Mangin, au cours de leurs recherches sur la respiration et la transpiration des végétaux, avaient modifié l'appareil d'analyse présenté par M. Leclerc à l'Académie des sciences. Ils ont donné, dans leur travail sur la respiration des Champignons (1), la description et le maniement fort détaillés de cet instrument, dont le plus grand inconvénient réside dans l'emploi du robinet à trois voies, placé à la jonction du tube mesureur et des tubes d'absorption et d'aspiration.

La suppression de ce robinet a conduit les deux physiologistes à adopter, pour leur appareil, une forme nouvelle qui en fait un instrument de mesure expéditif et précis, dont la construction est due à M. Golaz, 282, rue Saint-Jacques, à Paris. Cette forme nouvelle de l'appareil a été seulement signalée par M. Elfving. Ce physiologiste à la suite de son séjour au laboratoire de M. Bonnier a adopté cet appareil modifié pour ses recherches physiologiques sur les Champignons (2).

L'appareil, représenté en perspective (fig. 10) et en coupe (pl. 11), consiste en un corps de pompe AB (pl. 11, fig. 1), prismatique ou cylindrique, en fonte, prolongé par une portion cylindrique BB′ de même métal, pourvue en B′ d'un écrou dans lequel s'engage, à frottement, une partie du filet de la vis T. Celle-ci est terminée, d'un côté, par un piston plongeur P, et de l'autre par un disque circulaire avec manivelle M, permettant d'enfoncer plus ou moins le piston plongeur dans le corps de pompe.

(1) *Recherches sur la respiration et la transpiration des Champignons* par MM. Bonnier et Mangin. (*Ann. des sc. nat. Bot.* 1884).

(2) Freder. Elfving : *Studier ueber die Einwirkung des lichtes auf die Pilze* Helsingfors, 1890).

Ce dernier est couché, par l'une de ses faces, sur une table en bois XY, munie de trois vis calantes. La face opposée présente deux orifices : l'un, O, fileté, placé tout à l'extrémité du corps de pompe, peut être hermétiquement clos par une vis V; dans l'autre, O', est fixé un tube C, réuni, par une sorte de collier à gorge, au tube capillaire DEFGH, de section intérieure de 1 millimètre environ. Une ampoule de 1 à 2 centimètres cubes de capacité se trouve au commencement du tube capillaire recourbé à angle droit en D. La portion horizontale DE, de 70 centimètres de longueur, est aussi parfaitement calibrée que

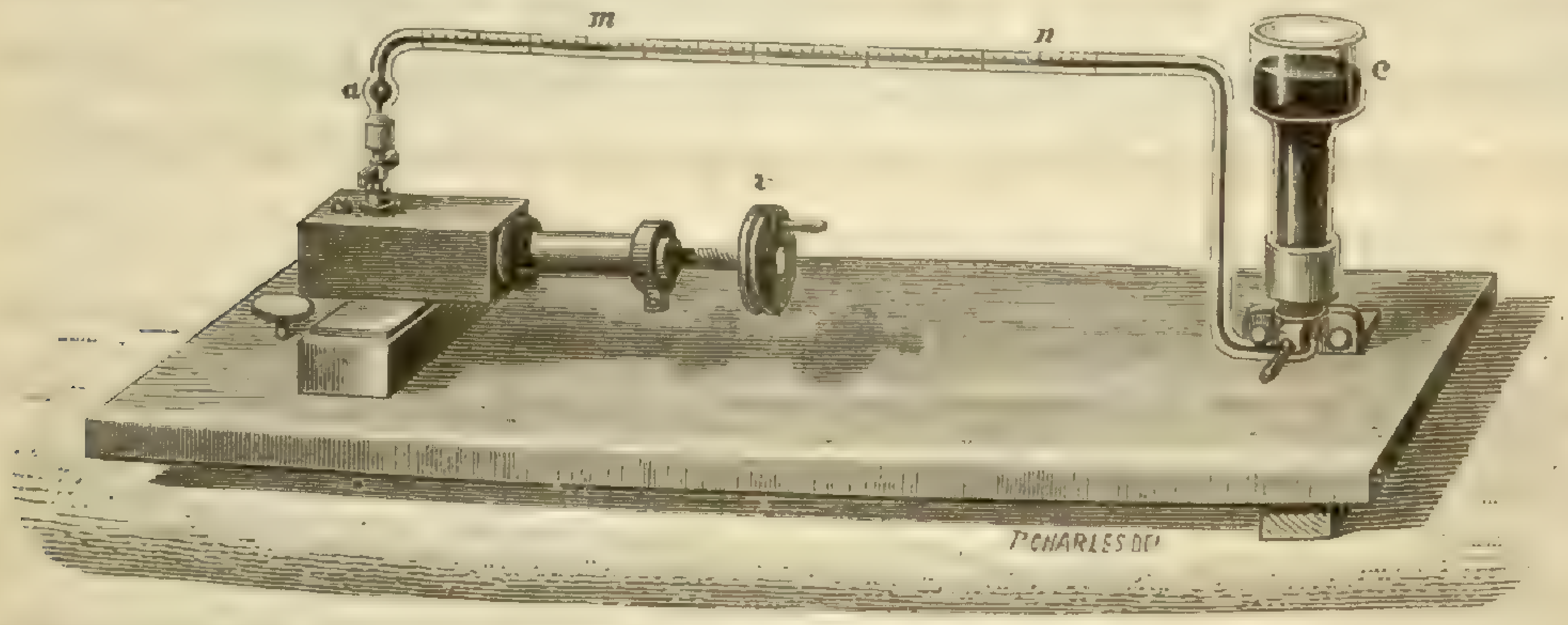


Fig. 10. — Appareil de MM. Bonnier et Mangin, pour l'analyse des gaz ; *c*, cuvette *m n*, tube gradué ; *a*, ampoule ; *v*, vis qui fait mouvoir le piston.

possible, et graduée en parties d'égale longueur. — Les six cents divisions tracées occupent environ 60 centimètres.

Le tube présente trois autres courbures à angle droit en EFG; et sa portion terminale GH, effilée à l'extrémité, occupe l'axe vertical d'une cuvette en verre L, à paroi épaisse. L'extrémité H est située au-dessous du plan qui contient l'axe horizontal du tube DE. La cuvette L est mastiquée, à sa base, dans une garniture en fonte vissée sur un support métallique Y, fixé à la planchette XY. Ce support forme, à sa partie supérieure, le fond de la cuvette qui est pourvu, en outre, d'un petit canal dont la lumière, aboutissant à l'extérieur en N, est obstruée par un bouchon conique.

Remplissage de l'appareil et nettoyage du tube. — L'appareil est rempli de mercure de la manière suivante : le piston plongeur est retiré complètement à droite, au moyen de la mani-

velle M; la planchette XY est relevée du côté X, et inclinée d'environ 30°. La vis V enlevée, on verse, par l'orifice O, au moyen d'un entonnoir à bec effilé, du mercure parfaitement pur et sec. Une fois le corps de pompe rempli, on le frappe à légers coups sur toute sa surface extérieure, de manière à faire dégager, par l'orifice O, les quelques bulles d'air qui pourraient rester adhérentes à la paroi intérieure. — On replace la vis V, et l'on ramène l'appareil à l'horizontalité.

La cuvette L est ensuite remplie de mercure également pur et sec, de telle sorte que la surface libre du mercure soit située dans le plan horizontal qui contient l'axe du tube DE. — Puis on enfonce le piston plongeur dans le corps de pompe. Le mercure remplit successivement l'ampoule et toutes les parties du tube DEFGH.

Ainsi préparé, l'appareil ne peut encore servir pour une analyse; car la paroi intérieure du tube capillaire présente généralement quelques poussières qui empêchent une adhérence complète du mercure, et retiennent quelques petites bulles d'air qui causeraient autant d'erreurs.

On procède au lavage du tube capillaire au moyen d'acide chlorhydrique pur, dilué aux deux tiers environ d'eau distillée.

L'acide chlorhydrique étant contenu dans un tube de verre assez étroit pour entrer dans la partie la moins large de la cuvette L (pl. 11, fig. 3), on renverse, sur le mercure, ce tube T préalablement fermé avec le doigt, et on l'y enfonce jusqu'à ce que l'extrémité du tube H plonge dans l'acide chlorhydrique. Il est maintenu immobile, et pendant ce temps le piston plongeur est un peu retiré à droite, de telle sorte que l'acide est introduit jusqu'en D, à la naissance de l'ampoule, mais non dans l'ampoule.

L'acide est rejeté, par le mouvement lent du piston, vers la gauche. On peut faire un deuxième lavage à l'acide, si cela est jugé nécessaire.

Puis on procède, de la même manière, au lavage à l'eau distillée, ayant soin, chaque fois qu'on rejette le liquide, de ne le faire que très lentement.

On desséche ensuite le tube capillaire : pour cela, on

prend un petit tube de verre parfaitement propre, rempli d'air, dont on plonge l'ouverture dans la cuvette L, au-dessus de H. On fait subir, avec le doigt, quelques rapides oscillations verticales au tube, de façon que l'extrémité H plonge alternativement dans l'air et dans le mercure. Pendant ce temps, on retire le piston P à droite. Il pénètre ainsi, dans le tube capillaire, des index alternatifs d'air et de mercure, qu'on fait sortir ensuite lentement. L'eau restée adhérente à la paroi du tube DE est entraînée par les index de mercure à l'extérieur. On essuie soigneusement, avec du papier joseph, la surface du mercure de la cuvette ; on recommence une deuxième fois, ce qui suffit ordinairement pour enlever toute l'eau du tube capillaire.

L'appareil est prêt pour une analyse quelconque.

Proposons-nous, comme exemple, de faire l'analyse d'un mélange d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique.

Analyse d'un mélange d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique. — Il faut, tout d'abord, préparer les solutions de potasse et de pyrogallate de potasse destinées, la première à l'absorption de l'acide carbonique, la seconde à l'absorption de l'oxygène.

Sur un verre renfermant du mercure bien propre (pl. 11, fig. 2), on renverse un petit tube à essai de 7 à 8 centimètres de hauteur, et de 1 centimètre de diamètre, pouvant être complètement fermé avec le doigt. Ce tube a été d'abord rempli de mercure, et contient une dizaine de pastilles de potasse caustique. A l'aide d'une pipette courbe, on y introduit 3 à 4 centimètres cubes d'eau distillée ; on a, de la sorte, une solution de potasse préparée complètement à l'abri de l'air.

On procède de même pour la préparation du pyrogallate de potasse, avec cette différence qu'au lieu d'introduire de l'eau distillée dans un nouveau tube renfermant du mercure et quelques pastilles de potasse, on y fait passer 3 à 4 centimètres cubes d'une solution aqueuse concentrée d'acide pyrogallique, préparée à froid à l'instant même. Peu à peu, la potasse se combine à l'acide pyrogallique, et la deuxième solution est parfaitement propre à l'absorption de l'oxygène. — Il faut éviter d'introduire

de l'air dans les tubes renfermant les deux dissolutions. — On doit même recouvrir d'une coiffe de papier noir le verre sur lequel est la solution de pyrogallate de potasse, qui se décompose lentement à la lumière. — Les deux dissolutions pourront servir pour une vingtaine d'analyses au moins.

Analyse. — Mode opératoire. — Pour analyser le mélange d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique, on recueille, sur le mercure, une petite quantité de ce mélange dans une éprouvette étroite qu'on transporte sur la cuvette L. On l'y plonge jusqu'à ce que l'extrémité H du tube capillaire soit au contact du gaz. On retire le piston P à droite, jusqu'à ce que la colonne d'air absorbée remplisse la portion aFGH.

L'éprouvette à gaz est enlevée, le mercure en L essuyé avec du papier joseph, et la colonne de gaz amenée, par le retrait à droite du piston, dans la portion graduée du tube capillaire, où l'on en détermine le volume V.

Comme le tube capillaire n'est pas rigoureusement calibré, on doit amener la colonne gazeuse à peu près dans la même région de la partie graduée du tube capillaire, pour atténuer l'inconvénient que présente le calibre légèrement irrégulier du tube.

On reporte la colonne gazeuse dans la portion bEaF, et on apporte, sur le mercure, en L, la petite éprouvette à potasse (pl. 11, fig. 3). Par le retrait du piston à droite, une certaine quantité de potasse remplit la région bEFGH. On repousse lentement la potasse dans son éprouvette, et pendant le même temps, la colonne d'air qui était venue se loger dans l'ampoule K et la partie antérieure du tube capillaire, séparée de la colonne de potasse par un index de mercure de plus de 10 centimètres, trouve sur la paroi interne du tube, en bF, une quantité de potasse suffisante, pour l'absorption complète de l'acide carbonique renfermé dans le volume gazeux V.

Quand toute la colonne de potasse est sortie du tube capillaire, un index de quelques centimètres de mercure s'oppose à l'échappement du gaz. On retire l'éprouvette à potasse; puis la surface

du mercure en L et le sommet du tube H sont essuyés au papier joseph, et la colonne gazeuse ramenée dans la portion graduée du tube capillaire. Soit $V' < V$ le nouveau volume gazeux.

$V - V'$ représente le volume d'acide carbonique renfermé dans un volume V du mélange primitif.

On absorbe ensuite l'oxygène en amenant à nouveau la colonne gazeuse dans la portion *b*F du tube capillaire, et en extrayant de la petite éprouvette au pyrogallate, portée en L, une certaine quantité de cette dissolution, en procédant absolument comme pour la potasse. On porte la colonne gazeuse au contact de la partie du tube imprégnée de pyrogallate de potasse. L'oxygène est absorbé; ce que l'on reconnaît au brunissement intérieur plus ou moins intense du tube.

Une fois le pyrogallate rejeté, et le mercure de la cuvette soigneusement essuyé, on lit le volume V'' du gaz restant.

$V' - V''$ = volume d'oxygène contenu dans un volume V du mélange.

V'' = volume d'azote.

Il est facile d'extraire de ces nombres la proportion pour 100 des gaz mélangés.

L'analyse une fois terminée, on lave le tube capillaire à l'acide chlorhydrique dilué, à l'eau distillée, puis à l'air, ainsi qu'il a été indiqué précédemment.

De temps à autre, il est bon de remplacer le mercure de la cuvette L par d'autre mercure pur, tiré d'un flacon où il est surmonté d'une couche d'acide sulfurique.

Modifications apportées à l'appareil. — Dans un certain nombre d'appareils, le corps de pompe ne présente que l'orifice O' porté tout à l'extrémité; cet orifice est alors évasé en entonnoir, afin que puissent s'y rassembler les bulles d'air ayant pénétré, par mégarde, dans le corps de pompe. Cette simplification n'est pas heureuse, d'après nous, car le remplissage de l'appareil nécessite le démontage complet du tube gradué qu'on s'expose à briser, démontage évité par l'emploi de la vis V.

M. Golaz construit quelques instruments, dans lesquels le tube

gradué ne possède que 40 centimètres de longueur environ. Dans ce cas, le corps de pompe est placé verticalement, et le piston plongeur s'y enfonce de haut en bas. La manivelle, facilement démontable, permet de réduire en hauteur la boîte qui contient l'appareil; cette boîte, de dimensions restreintes, est commode pour le transport de l'instrument dans des explorations lointaines.

On peut encore modifier l'appareil de MM. Bonnier et Mangin, en l'assimilant plus complètement à un eudiomètre à mercure. Il suffit, pour cela, de le pourvoir d'une ampoule supplémentaire traversée par deux fils de platine, entre lesquels on fera jaillir, au besoin, des étincelles électriques, qui provoqueront la combinaison des gaz introduits dans cette ampoule

L'exposé qui précède montre combien est précieux pour les chimistes et les physiologistes l'appareil de MM. Bonnier et Mangin qui a été utilisé non seulement pour les dosages où avaient respiré et assimilé des plantes, mais encore pour l'analyse de l'air contenu dans les lacunes des végétaux où, par l'extrémité effilée H du tube capillaire, il est possible de puiser directement. On a pu aussi doser avec une grande exactitude les gaz s'échappant des eaux minérales, ceux que dégagent les fermentations, etc.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 11

Fig. 1. — Appareil à analyse de gaz. — AB, corps de pompe. — C, pièce métallique sur laquelle est fixée l'extrémité du tube de verre DEPGH. — DE, partie horizontale graduée. — I, collier à gorge. — K, ampoule de verre. — O', orifice du tube. — O, orifice du corps de pompe fermé par la vis V. — P, piston dont la tige filetée T s'engage dans la paroi B'. — R, roue pourvue d'une manivelle M, destinée à faire mouvoir le piston. — L, cuve à mercure avec un orifice inférieur fermé en N par un obturateur. — XY, planchette supportant l'appareil.

Fig. 2. — Manière de préparer une solution de potasse ou de pyrogallate de potasse à l'abri de l'air.

Fig. 3. — Manière de puiser un gaz ou un liquide dans une éprouvette T pour l'introduire dans le tube à analyse.

DÉVELOPPEMENT

DES

TÉGUMENTS DE LA GRAINE

Par M. Marcel BRANDZA *(Suite)*.

Hypéricinées.

Hypericum perforatum. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 6, fig. 11). — Malgré la petitesse des graines il m'a cependant été possible de distinguer deux parties dans leurs téguments.

La partie externe est formée de deux couches qui sont un épiderme (*a*), à cellules ovales, et une assise sous-jacente (*b*) à cellules plus petites. Ce n'est que le long du raphé, qui est bien accentué dans cette graine, qu'on rencontre, au-dessous de l'épiderme, un parenchyme formé de très petites cellules où se trouve le faisceau (*f*).

Une couche lignifiée (*c*) formée d'une rangée de cellules cubiques et un épiderme (*d*), constituent le tégument interne de cette graine.

Cette structure se retrouve la même dans toutes les espèces que nous avons étudiées (*H. tetrapterum*, *H. hirsutum*, *H. pulchrum*).

2° *Développement des téguments* (pl. 6, fig. 13). — Les ovules sont renversés et pourvus d'un raphé saillant qui contient le faisceau vasculaire (pl. 6, fig. 12).

Les deux assises du tégument externe (pl. 6, fig. 13, *a* et *b*), forment, dans la graine, les deux couches de la même partie.

Le tégument interne a également deux assises (*c* et *d*). L'externe, à cellules plus grandes que l'interne, épaissit pro-

gressivement ses parois et donne naissance à la couche protectrice de la graine.

Fumariacées.

1. *Fumaria officinalis.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 6, fig. 14). — Cette graine restant enfermée dans l'ovaire, qui remplit ici le rôle protecteur, offre des téguments séminaux très simples et entièrement membraneux. Un examen attentif permet, toutefois, de partager en deux parties les couches dont ils se composent.

La partie externe est formée d'un épiderme (*a*) suivi d'un parenchyme (*b*) composé en moyenne de trois assises de cellules. De distance en distance, on remarque, dans ce parenchyme, des cellules plus grandes. La dernière assise de ce parenchyme (*c*), par la régularité de ses cellules, peut être envisagée comme un épiderme interne.

Au-dessous il existe encore deux assises (*c* et *d*) à parois plus résistantes qui forment ce que j'appellerai le tégument interne.

2° *Développement des téguments* (pl. 6, fig. 16). — Les ovules recourbés du *Fumaria* sont à deux téguments (pl. 6, fig. 15).

Le tégument externe est formé d'un épiderme (*a*) et d'un parenchyme (*b*) dont la dernière assise (*c*) n'est autre chose que l'épiderme interne de ce tégument. Toutes ces parties se retrouvent dans l'enveloppe externe de la graine.

Le tégument ovulaire externe n'a que deux assises (*d* et *e*), qui formeront, sans changement notable, la partie interne du tégument de la graine.

Remarquons que le faisceau vasculaire ne pénètre pas dans les téguments ; il s'arrête au-dessus de la chalaze.

2. *Corydallis lutea* (pl. 6, fig. 17). — Comme les graines de cette plante sont mises en liberté à la maturité de l'ovaire, le rôle protecteur de l'embryon est dévolu aux enveloppes séminales qui présentent certaines couches plus résistantes que dans la graine précédente. Ainsi, les cellules épidermiques (*a*) sont grandes et ont leurs parois épaissies. Une substance noire solide

remplit complètement leurs cavités, en augmentant davantage la solidité de cette assise. Le parenchyme sous-jacent (*b*) a ses cellules allongées tangentiellement; on n'y remarque pas de grandes cellules comme dans le *Fumaria*. Les autres parties sont disposées de la même manière.

Il en est de même des téguments de l'*Adlumia cirrhosa*, où l'épaississement des cellules épidermiques est plus prononcé encore.

Crucifères.

Cette famille, une des plus homogènes et des plus naturelles, nous a montré des téguments séminaux à structure identique. Strandmark (1) et Sempolowski (2) ont déjà étudié l'anatomie de plusieurs graines de cette famille ; ils ont partout rencontré de grandes ressemblances. Des cinq couches qui composent leurs téguments, deux, l'assise lignifiée et l'épiderme interne à cellules remplies d'aleurone, ne varient jamais. Les autres parties, comme nous allons le voir, subissent des modifications trop peu importantes pour changer l'homogénéité générale de la structure des enveloppes séminales. Ayant fait l'étude du développement, j'ai constaté que les deux téguments ovulaires se retrouvent constamment dans la graine définitivement constituée.

Lepidium sativum. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 7, fig. 1). — La première couche qu'on rencontre dans les téguments de cette graine est un épiderme (*a*) à grandes cellules prismatiques remplies d'un mucilage très abondant qui, au contact de l'eau, se gonfle, déchire la cuticule et finit par entourer la graine d'une couche hyaline. Si on traite alors la préparation par le carmin aluné, on voit que les parois latérales de ces cellules sont extrêmement minces et plissées. Par contre, les parois basilaires sont plus résistantes.

La seconde couche (*b*) est un parenchyme n'ayant que deux rangées de cellules aplaties et sans contenu. Cette couche peut, dans d'autres Crucifères, se montrer bien plus développée.

(1) Strandmark, *loc. cit.*
(2) Sempolowski, *loc. cit.*

La couche suivante (*c*) termine le tégument externe. Elle est formée d'une seule assise de cellules cubiques à parois basilaires et latérales lignifiées. Les parois supérieures restent minces et cellulosiques. L'épaississement des cellules formant cette assise est un caractère très constant dans toutes les graines de cette famille.

Les deux couches qui sont au-dessous constituent le tégument interne.

La première est une succession de deux ou trois assises parenchymateuses (*d*), comprimées et privées de contenu.

La seconde (*e*) n'est autre chose que l'épiderme interne du tégument. Ses cellules tabulaires sont constamment remplies de grains d'aleurone.

L'absence de faisceau dans les téguments séminaux des Crucifères est un fait très général. Comme on le sait, le faisceau vasculaire s'arrête toujours au-dessous de la chalaze dans les graines de cette famille.

2° *Développement des téguments* (pl. 7, fig. 3 et 4). — Dans les ovules courbés de cette plante (pl. 7, fig. 2), les deux téguments ovulaires prennent un développement égal. Chacun d'eux se compose d'un parenchyme à deux assises, compris entre deux épidermes.

La première assise (*a*) du tégument externe, caractérisée par son contenu amylacé abondant et par l'allongement de ses cellules, constitue l'épiderme de la graine. Le parenchyme sous-jacent (*b*) est fortement comprimé pendant le développement de l'épiderme interne de ce tégument. Cet épiderme (*c*) cloisonne d'abord radialement ses cellules qui se lignifient ensuite.

Les trois assises externes (*d*) du tégument interne de l'ovule sont, elles aussi, très comprimées pendant la maturation. L'épiderme interne (*e*) s'accentue de plus en plus ; après avoir pris des cloisons radiales, afin de suivre, sans se déchirer, le développement de l'embryon, il acquiert dans les derniers moments une coloration verte, ses cellules se remplissant de chlorophylle. Peu à peu cette substance disparaît et à la maturité les cavités de ses cellules se trouvent remplies d'aleurone.

Dans d'autres graines de Crucifères le développement des téguments s'effectue de la même manière.

Quelquefois, comme dans le *Camelina sativa*, les deux couches parenchymateuses du tégument interne ne subissent aucun aplatissement; ailleurs, comme on peut le remarquer dans le *Sinapis arvensis*, ce sont les assises parenchymateuses externes. La forme des cellules épidermiques externes n'est pas toujours la même : prismatiques dans le *Sinapis* et le *Lepidium*, par exemple, elles sont allongées tangentiellement dans le *Camelina;* quelquefois, comme dans le *Raphanus*, elles ne se distinguent même plus de celles du parenchyme sous-jacent.

En résumé, les Crucifères ont des enveloppes séminales composées de cinq couches. Les trois premières proviennent du tégument externe de l'ovule, les deux dernières du tégument interne.

Ampélidées.

Vitis vinifera. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 7, fig. 5). — Six couches forment les téguments séminaux de cette graine. La première, épidermique (*a*), est formée de cellules carrées. Au-dessous se trouve un parenchyme (*b*) comptant en moyenne de huit à dix assises qui contiennent le faisceau vasculaire. Ce dernier (*f*), après avoir parcouru le raphé jusqu'à la chalaze, se recourbe et descend par le côté opposé jusque dans la région micropylienne.

La troisième couche (*c*), la dernière du tégument externe, est lignifiée. Les éléments qui la composent sont prismatiques et à parois fort épaissies. Chacune de ces cellules se trouve partagée en deux par une cloison transversale ou oblique.

La première couche (*d*) du tégument interne est formée de cellules prismatiques, petites et serrées. Leurs parois sont lignifiées, le vert d'iode leur communique une coloration verte très intense. De cette manière, cette couche peut être considérée comme une seconde assise protectrice de la graine. La couche suivante (*e*) n'a qu'une seule rangée de grandes cellules

carrées, à parois demeurées minces et plissées. Très souvent, de distance en distance, quelques-unes de ces cellules se trouvent partagées en deux par une cloison transversale. Une rangée épidermique (*f*) de petites cellules tabulaires limite le tégument interne.

2° *Développement des téguments* (pl. 7, fig. 7 et 8). — Chacun des deux téguments des ovules renversés de la Vigne (pl. 7, fig. 6) est constitué par plusieurs assises.

L'épiderme (*a*) du tégument externe prend des cloisons radiales et forme la première couche du tégument adulte. Le parenchyme sous-jacent (*b*) se compose dans l'ovule de quatre assises. Pendant tout le développement, ces assises se divisent à la fois radialement et tangentiellement, pour former le parenchyme épais que nous avons reconnu dans la graine. L'assise épidermique interne (*e*) de ce tégument, formée au début de petites cellules carrées, se divise radialement, puis chacune de ses cellules s'allonge et prend une cloison transversale qui partage sa cavité en deux. Plus tard, au moment où toutes les parties de la graine sont arrivées à leur état définitif, les parois de cette assise se lignifient fortement.

Le tégument interne de l'ovule se compose de trois assises. L'externe (*d*) se divise radialement et forme la seconde couche lignifiée; l'assise suivante (*e*) ne prend aucune cloison radiale, mais ses cellules, tout en s'agrandissant, prennent, çà et là, des cloisons tangentielles. La dernière assise (*f*) de ce tégument forme, dans la graine, l'épiderme interne du tégument.

La graine d'*Ampelopsis hederacea*, dont l'anatomie des téguments a été faite avec détail par M. Godfrin (1), montre des enveloppes séminales se rapprochant beaucoup de celles vues chez le *Vitis*. Les différences que l'on observe entre ces deux graines consistent dans l'épaisseur des différentes couches. Ainsi, dans l'*Ampelopsis*, l'épiderme externe du tégument a ses cellules très cutinisées, le parenchyme qui est au-dessous n'a que quatre assises qui renferment des paquets de raphides.

(1) Godfrin, *loc. cit.*, p. 88.

L'assise protectrice externe présente un seul rang de cellules prismatiques, chacune renfermant plusieurs cristaux rhomboédriques d'oxalate de chaux. Le développement des téguments a lieu comme dans la graine précédente.

En résumé, les deux téguments séminaux correspondent, chez les Ampélidées, aux deux enveloppes ovulaires. Le nombre des assises protectrices est de deux, l'interne provient de l'assise la plus externe du tégument interne de l'ovule. Le faisceau vasculaire est constamment placé dans le parenchyme du tégument externe en dehors des parties lignifiées.

Malvacées.

Les graines appartenant à cette famille présentent des enveloppes séminales se ressemblant énormément entre elles. Aussi nous n'étudierons que quelques types auxquels nous rattacherons tous les autres.

1. *Hibiscus Trionum.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 7, fig. 9). — Le nombre de couches qu'on peut distinguer dans les téguments de cette graine est de six. Les deux premières appartiennent au tégument externe et les quatre dernières au tégument interne.

La première assise (*a*) est un épiderme formé de petites cellules tabulaires. Cet épiderme, vu de face, présente de nombreux stomates (pl. 7, fig. 10). Chaque cellule stomatique est entourée d'un cadre épaissi qui se colore par le vert d'iode. Le tégument externe est limité par une seconde assise, à cellules très petites (*b*), habituellement très comprimées dans la graine adulte. En somme, cette partie du tégument est très réduite et il suffit d'une exposition de quelques heures dans l'eau pour qu'on puisse l'enlever de la surface de la graine.

Au contraire, le tégument interne est très développé et il compte quatre couches. La première (*c*) est formée d'une seule rangée de cellules prismatiques disposées radialement à la surface de la graine. Ces cellules, intimement apposées les unes à côté des

autres, sont lignifiées surtout à leur base. Dans la région supérieure de chacune d'elles, on distingue un noyau coloré en brun. C'est cette assise qui forme la couche protectrice de la graine.

La couche suivante (*d*) est un parenchyme composé de trois assises. Les parois de ces cellules sont épaissies, sans être lignifiées, et leurs cavités sont remplies d'une substance brune olivâtre.

Au-dessous on observe plusieurs assises (*e*) complètement aplaties. Enfin, le tégument est limité par un épiderme (*f*) à cellules tabulaires remplies d'une substance brune. Vu de face (pl. 7, fig. 11), cet épiderme laisse voir des parois cellulaires pourvues d'épaississements très caractéristiques.

Pour voir la place du faisceau vasculaire il faut faire une coupe transversale passant par la chalaze. Une coupe dans cette région (pl. 7, fig. 12) est d'autant plus instructive qu'elle permet de reconnaître, sans suivre le développement, simplement d'après le rapport des téguments avec la chalaze, que dans la graine les deux téguments de l'ovule sont représentés. Le faisceau vasculaire (*f'*) est contenu en dehors de la couche lignifiée, et tout ce qu'il y a en dedans appartient au tégument interne.

2° *Développement des téguments* (pl. 7, fig. 13 et 14, et pl. 8, fig. 2). — Une coupe transversale faite dans un ovule renversé d'*Hibiscus*, de manière qu'elle passe par le micropyle (pl. 8, fig. 1), laisse voir facilement les deux téguments.

L'externe est formé de deux assises (pl. 8, fig. 2, *a* et *b*) qui deviendront, dans le tégument de la graine, l'épiderme et l'assise sous-jacente.

Le tégument interne de l'ovule compte trois couches : un parenchyme composé de cinq ou six assises (*d*), compris entre deux épidermes (*c* et *f*). Voyons ce que deviennent dans la graine ces différentes couches du tégument ovulaire interne.

L'épiderme externe se montre dès le début caractérisé par ses cellules prismatiques. Ces cellules seront le siège d'une division très active. Même dans l'ovule (pl. 8, fig. 2, *c*), on peut observer que quelques-unes d'entre elles se partagent en deux par une cloison radiale. La division se poursuit avec beaucoup d'activité

pendant les phases suivantes du développement, si bien qu'à un état plus avancé ces cellules (pl. 7, fig. 13, *c*) prennent déjà l'aspect caractéristique qu'elles ont dans la graine adulte. Dans chacune d'elles on aperçoit un noyau très net. Le parenchyme (pl. 8, fig. 2, *d*), au commencement homogène, ne tarde pas à se différencier en deux parties. Les trois assises externes (pl. 7, fig. 13, *d*), formées de cellules régulières, s'épaississent et leur contenu amylacé augmente considérablement. Au moment de la maturation, l'amidon remplit complètement ces cellules; plus tard il disparaît peu à peu pour faire place à la substance brune olivâtre, que nous avons vue remplir ces cellules à la maturité. Les assises parenchymateuses internes se divisent par des cloisons à la fois tangentielles et radiales en augmentant le nombre total des assises (pl. 8, fig. 2, *e*). Les parois de ces cellules sont minces et il n'y a que très peu de grains d'amidon. Toutes ces assises seront comprimées (pl. 7, fig. 14, *f*) de manière que dans la graine il n'en subsiste que les parois cellulaires. L'épiderme interne (*f*) a suivi de près le développement de l'embryon, et à cet effet il a pris des cloisons radiales.

Quant au nucelle (pl. 8, fig. 2, *n*), il n'en reste plus trace dans cette graine, il a été progressivement digéré. Nous verrons qu'il n'est pas ainsi dans d'autres genres de cette famille.

2. *Pavonia spinifex*. — Dans cette graine les téguments sont formés de sept couches. D'ailleurs, les différences, que nous allons signaler, sont peu importantes. Le tégument externe a deux couches analogues à celles des graines d'*Hibiscus*.

Le tégument interne compte cinq couches dont l'externe est lignifiée. Le parenchyme sous-jacent est réduit à deux assises: l'externe à ses cellules coniques, la pointe du cône regardant vers l'intérieur; l'interne les a arrondies, et alternes avec les premières. Au-dessus on trouve la couche à cellules écrasées et ensuite, deux rangées de cellules tabulaires superposées dont la plus interne n'est autre chose que l'épiderme du nucelle.

Dans les *Malva* (*M. silvestris*, *M. verticillata*), le parenchyme du tégument se compose de cinq à huit assises remplies d'une substance brune.

3. *Gossypium herbaceum.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 8, fig. 3). — Les téguments séminaux de cette graine s'éloignent un peu du type vu chez les autres Malvacées. Un examen attentif nous a toutefois permis de reconnaître les mêmes parties fondamentales.

Le premier fait important à signaler au sujet de cette graine, c'est le développement du tégument externe. Ce dernier se compose d'un épiderme (*a*) dont les cellules s'allongent en poils (*p*), d'un parenchyme (*b*) comptant en moyenne six assises de cellules à parois brunes, et d'un épiderme interne (*c*) dont les cellules tabulaires contiennent chacune un cristal d'oxalate de chaux.

Le tégument interne présente trois couches distinctes, correspondant à celles des autres Malvacées. La plus externe de ces couches (*d*) est formée de cellules prismatiques lignifiées à leur base. La couche suivante (*e*), tout entière parenchymateuse, compte de cinq à six rangées de cellules à parois ondulées. Il n'y a pas dans cette graine de couche à assises aplaties, comme nous l'avons vu dans les graines précédemment étudiées. La dernière assise de ce tégument est un épiderme interne (*f*) à petites cellules tabulaires, dont les parois sont épaissies.

2° *Développement des téguments* (pl. 8, fig. 4 et 5). — Contrairement à ce que nous avons vu dans les autres Malvacées, dans le *Gossypium*, le tégument ovulaire externe est formé d'un parenchyme (*b*) à quatre ou cinq assises, compris entre deux épidermes.

L'assise épidermique (*a*) divise ses cellules de très bonne heure, chacune d'elles s'allonge en un poil. Pendant le développement, dans chaque cellule de l'épiderme interne (*c*), apparaît un cristal d'oxalate de chaux. Dans le tégument interne on trouve : 1° un épiderme (*d*) dont les cellules prismatiques se divisent activement (pl. 8, fig. 4 et 5, *d*) et finissent par donner naissance à la couche lignifiée ; 2° au-dessous, un parenchyme (*e*) formé de cinq assises qui toutes subsisteront dans la graine ; 3° un épiderme interne (*f*) qui limite le tégument.

La disposition de ces différentes parties est la même dans le genre *Thespesia* (*T. populnea*). Les poils formés par les cellules

épidermiques externes restent courts et sont colorés en brun.

Toutes les autres Malvacées dont nous avons fait l'étude peuvent être groupées autour de ces quatre types. Ainsi :

1° Les téguments sont semblables à ceux de l'*Hibiscus* dans les genres suivants : *Malope* (*M. malacoides*), *Anoda* (*A. hastata*, *A. parviflora*), *Sida* (*S. frutescens*) ;

2° La structure du *Pavonia* se retrouve chez les genres *Abutilon* (*A. tiliæfolia*), *Palava* (*P. malvifolia*) ;

3° A celle des *Malva* est identique celle des genres *Napæa* (*N. lævis*), *Abelmoschus* (*A. roseus*), *Althæa* (*A. officinalis*, *A. Narbonensis*), *Lavatera* (*L. cretica*, *L. olbia*, *L. silvestris*), *Kitaibelia* (*K. vitæfolia*) ;

4° Le dernier groupe ne renferme que les genres *Gossypium* (*G. herbaceum*) et *Thespesia* (*T. populnea*).

Résumé. — La structure anatomique des téguments séminaux me semble assez homogène chez les Malvacées pour qu'elle puisse caractériser la famille.

D'une manière générale, on peut distinguer dans leurs graines deux téguments, correspondant chacun à l'une des enveloppes ovulaires. Le tégument externe est composé, dans la grande majorité des cas, de deux assises. Les genres *Gossypium* et *Thespesia* seuls en ont plus de deux dans le tégument externe.

Dans toutes les Malvacées, le tégument externe est très développé et compte quatre couches distinctes ; son assise la plus externe est lignifiée et provient toujours de l'épiderme externe du tégument interne.

Rarement (*Pavonia*, *Abutilon*, *Palava*), l'épiderme du nucelle se retrouve dans la graine.

Tiliacées.

Tilia platyphyllos (pl. 8, fig. 6). — Cette graine, malgré sa forme renversée, offre des téguments séminaux se rapprochant énormément de ceux étudiés chez les Malvacées. Cependant il y a quelques petites différences.

D'abord le tégument externe (*a*) se compose de cinq à six assises de cellules formant un parenchyme. De distance en distance, on voit, à l'intérieur de quelques-unes de ces cellules, des cristaux rhomboédriques d'oxalate de chaux. Le faisceau vasculaire se trouve logé dans ce parenchyme.

La première couche du tégument interne (*b*) est lignifiée et disposée comme dans les Malvacées. Au-dessous, on trouve un parenchyme (*c*) formé de cellules allongées tangentiellement. Le tout se trouve limité par un épiderme interne (*d*).

A la chalaze, une couche de liège très développée se fait remarquer par sa coloration brune.

Le développement des téguments (pl. 8, fig. 8) est tellement identique à celui que nous avons étudié avec détail chez les Malvacées, qu'il est inutile de répéter, à propos de cette graine, les mêmes faits déjà signalés. Disons toutefois que les ovules sont renversés (pl. 8, fig. 7), et que le tégument externe (*a*) a plusieurs assises de cellules et non deux comme dans la plupart des Malvacées.

En résumé, la structure des enveloppes séminales chez les Tiliacées ressemble beaucoup à celle des Malvacées. Les genres *Gossypium* et *Thespesia* qui, comme nous l'avons vu, possèdent seuls, parmi les Malvacées, plusieurs assises dans le tégument externe, établissent la transition entre ces deux familles, dont la réunion semble parfaitement justifiée au point de vue qui nous occupe. Nous allons voir que les Sterculiacées rentrent dans le même cas.

Sterculiacées.

Dans cette famille nous avons analysé le genre *Sterculia* (*S. fœtida*). Le nombre de couches qui rentrent dans la formation des téguments est de cinq.

A l'extérieur se trouve un épiderme (pl. 8, fig. 9, *a*), audessous duquel serpentent les faisceaux vasculaires.

La seconde couche (*b*) est un parenchyme formé de trois assises de cellules allongées radialement et alternantes d'une rangée à l'autre. De distance en distance, quelques-unes de

ces cellules sont remplies de tannin qui a une coloration rouge brunâtre.

Les trois couches situées au-dessous (*c*, *d*, *e*) sont parfaitement identiques à celles que nous avons déjà rencontrées dans les Malvacées et Tiliacées. L'assise protectrice (*c*) se compose de cellules prismatiques lignifiées, le parenchyme qui suit (*d*) a ses cellules aplaties tangentiellement ; enfin, un épiderme interne (*e*) à cellules tabulaires forme la limite du tégument.

CHAPITRE III

Dans quelques familles (Lythrariées, Œnothérées, Magnoliacées, Aristolochiées), j'ai trouvé, au-dessous du tégument interne, une ou plusieurs assises que l'étude du développement m'a montré provenir des parties les plus externes du nucelle Ce sont ces familles qui font l'objet du présent chapitre.

Lythrariées.

1. *Cuphea lanceolata.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 8, fig. 10). — J'ai choisi cette graine comme premier exemple de cette famille, parce que les différentes parties des téguments se présentent ici avec une remarquable netteté. En effet, nous avons pu distinguer dans leurs téguments trois parties.

La partie externe se compose d'abord d'un épiderme (*a*) à grandes cellules cubiques, puis d'un parenchyme (*b*) dans lequel on distingue en moyenne quatre épaisseurs de cellules à parois ondulées et colorées en brun, enfin, d'une assise protectrice (*c*) formée de cellules cubiques fortement lignifiées.

Il est à remarquer qu'il existe, dans chacune des cellules épidermiques, un filament (*l*) enroulé en spirale et attaché à la paroi supérieure de la cellule. Sous l'action de l'eau ces filaments se déroulent, puis se gélifient et entourent la graine d'une couche mucilagineuse (1).

C'est dans le parenchyme de cette première partie du tégument que se trouve logé le faisceau vasculaire (*f*). Ce dernier, situé en dehors de la couche lignifiée, monte le long du raphé jusqu'à la chalaze, puis descend jusqu'au micropyle par le côté opposé.

(1) Voir à ce sujet : Klebs, *Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung.* (*Untersuchungen aus dem Botanischen Institut zu Tübingen, Erster Band*: *Heft.* Leipzig, 1855.)

On distingue, ensuite, dans les téguments d'une graine de *Cuphea*, une partie moyenne, constituée par deux assises de petites cellules prismatiques. La plus externe de ces assises (*d*) a les parois de ses cellules lignifiées, de manière qu'elle forme une seconde couche protectrice. L'intérieure (*e*) reste, au contraire, à parois minces.

Enfin, le tégument de la graine de *Cuphea* est limité par une partie interne, dans laquelle on remarque une rangée de petites cellules cubiques (*f*), et une série d'assises parenchymateuses (*g*) complètement écrasées, dont le nombre est difficile à compter.

Toutes les autres espèces de *Cuphea* (*C. viscosissima*, *C. platycentra*, *C. purpurea*) nous ont montré des téguments séminaux identiques.

2° *Développement des téguments* (pl. 8, fig. 11 et fig. 12). — Les ovules de *Cuphea* sont renversés et bitégumentés.

Le tégument externe se compose d'un parenchyme (*b*) compris entre deux assises de cellules cubiques. L'assise externe, à cellules cubiques (*a*), donnera naissance à l'épiderme du tégument de la graine ; les couches parenchymateuses moyennes, qui prendront un certain nombre de cloisons radiales et tangentielles, puis coloreront leurs parois en brun, deviendront le parenchyme du tégument mûr ; l'assise interne à cellules cubiques (*c*) constitue, par la lignification de ses cellules, la première couche protectrice du tégument adulte. Dans cette assise, on peut remarquer, même dans l'ovule, des cristaux rhomboédriques d'oxalate de chaux, qui subsisteront pendant tout le développement, et même dans le tégument définitivement constitué.

Le tégument interne de l'ovule se compose de deux rangées de petites cellules, qui prendront de très nombreuses cloisons radiales (pl. 8, fig. 11, *d* et *e*). La plus externe de ces assises (*d*) lignifie les parois de ses cellules et forme la seconde couche protectrice du tégument ; l'interne (*e*) reste, au contraire, à parois minces.

Quant à la troisième partie du tégument de la graine, celle qui est la plus interne, le développement nous a montré qu'elle tire son origine des assises les plus externes du nucelle. A cet

effet, l'épiderme du nucelle (*f*) garde encore ses caractères, tandis que les assises parenchymateuses internes (*g*) sont complètement aplaties.

2. *Lythrum Salicaria.* — Les téguments de cette graine sont assez semblables à ceux que nous avons étudiés chez les *Cuphea*. Remarquons cependant que, dans le *Lythrum*, le parenchyme externe du tégument ne compte que deux assises, et que les cellules épidermiques sont sans filament gélificateur.

En résumé, les téguments des graines de Lythrariées sont constitués de trois parties : les deux externes correspondent aux deux enveloppes de l'ovule, l'interne provient des assises les plus superficielles du nucelle. Partout, le faisceau vasculaire se trouve placé dans le parenchyme du tégument externe, en dehors des couches protectrices.

Œnothérées.

1. *Clarkia pulchella.* — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 9, fig. 1). — Il est facile de voir que dans cette graine on trouve, à peu près, les mêmes parties que dans les graines de Lythrariées. De même que dans les *Cuphea*, on peut distinguer dans les téguments séminaux du *Clarkia* les trois parties suivantes :

1° Une couche externe, formée d'un épiderme (*a*) à cellules papilliformes, allongées radialement et couvertes chacune d'une cuticule, puis d'une assise à cellules cubiques (*b*) complètement lignifiées ;

2° Une couche moyenne, constituée par deux assises de petites cellules prismatiques (*c* et *d*) dont l'externe est lignifiée ;

3° Enfin, le tégument est limité par une assise à petites cellules cubiques (*f*), suivie de plusieurs rangées de cellules complètement aplaties (*g*).

Le faisceau vasculaire ne pénètre pas dans les téguments, il traverse le funicule, puis s'arrête à la chalaze.

2° *Développement des téguments* (pl. 9, fig. 3). — Dans cette plante les ovules sont courbés (pl. 9, fig. 2).

Leur tégument externe est formé de deux assises de cellules. La plus extérieure de ces assises (a) allonge radialement ses cellules et forme les papilles épidermiques. L'assise interne (b), après avoir subi un certain nombre de cloisons radiales, devient, par la lignification de ses parois, la première couche protectrice.

Le tégument interne de l'ovule a également deux assises (c et d), qui sont destinées à constituer les deux couches du tégument interne de la graine.

Les assises les plus externes du nucelle (e et f) contribueront, elles aussi, à la formation du tégument adulte, mais en subissant un aplatissement considérable. Il n'y a guère que l'épiderme du nucelle qui garde encore les cavités de ses cellules.

Le *Boisduvalea Douglasi* s'écarte peu, par la constitution de ses téguments, du *Clarkia*. Les seules différences à noter sont : 1° la présence de nombreuses poches à raphides dans la région chalazienne; 2° les cellules épidermiques ne s'allongeant plus en papilles comme précédemment.

J'ai constaté la même chose dans l'*Epilobium hirsutum*, avec cette différence qu'ici les papilles sont coniques, et que les cellules épidermiques de la région chalazienne forment, par leur allongement en poils, l'aigrette de la graine.

Il en est de même dans le *Godetia lœpidis*.

2. *Œnothera mollissima* (pl. 9, fig. 4). — L'étude des téguments de cette graine me semble particulièrement intéressante, parce que leur structure anatomique établit la transition entre les Lythrariées et les Œnothérées.

En effet, l'épiderme externe (a), avec ses cellules prolongées en papilles, ainsi que la couche protectrice (c), sont disposés comme dans le *Clarkia*, mais la présence d'un parenchyme de deux rangées de cellules (b) entre ces deux couches rappelle, au contraire, les *Cuphea*. Les deux autres parties internes des téguments sont en tout identiques à celles vues jusqu'à présent dans les autres graines de cette famille.

Le parenchyme du tégument externe provient de la division, par des cloisons tangentielles, d'une assise unique (pl. 9, fig. 5)

qu'on rencontre dans l'enveloppe ovulaire externe entre les deux épidermes (*a* et *c*). Cette graine présente un faisceau vasculaire qui est logé dans le parenchyme du tégument externe.

En somme, on peut discerner deux types principaux dans les graines de cette famille. Le premier est représenté par les genres *Clarkia*, *Boisduvalea*, *Epilobium* et *Godetia*, le second par le genre *Œnothera;* ce dernier établit la transition entre cette famille et les Lythrariées.

Aristolochiées.

Aristolochia Clematitis. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 9, fig. 7). Les graines de cette plante sont aplaties. On leur distingue (pl. 9, fig. 6) deux faces : une inférieure, convexe, et une supérieure concave, occupée par un raphé saillant et subéreux, qui, très souvent, à la maturité, se détache de l'amande. Sur une coupe transversale de la graine, on voit que les téguments sont formés de six couches.

La première est un épiderme (*a*), dont les cellules irrégulières ne diffèrent pas beaucoup de celles qui sont au-dessous.

La seconde couche (*b*) se compose d'une série d'assises parenchymateuses, au nombre de 15 à 20 sur la face concave de la graine. Sur l'autre face, le nombre des assises est de trois seulement. A un fort grossissement, on découvre à la surface de ces cellules un réseau d'épaississement très caractéristique (pl. 9, fig. 8).

Une troisième couche (*c*), formée d'un seul rang de cellules prismatiques, limite le tégument externe de la graine. Les cellules de cette assise ont leurs parois lignifiées, l'épaississement étant très fort surtout sur les membranes internes.

Le tégument interne est formé par deux couches. La première (*d*) se compose d'une assise de cellules ovoïdes à parois lignifiées. Les cavités cellulaires disparaissent presque complètement. La seconde couche (*e*), formée comme la précédente d'une seule épaisseur de cellules, est cellulosique.

Au-dessous de ces deux couches, on trouve encore une rangée de cellules prismatiques à parois latérales plissées (*f*).

Les faisceaux vasculaires sont placés dans le parenchyme du tégument externe. On y distingue un faisceau principal qui va le long du raphé jusqu'à la chalaze, où il se divise en un certain nombre de branches qui se distribuent dans les autres parties du tégument externe.

2° *Développement des téguments* (pl. 9, fig. 10). — L'étude du développement va nous montrer que dans cette graine, non seulement les deux téguments ovulaires subsistent, mais que même l'épiderme du nucelle contribue à la formation des enveloppes séminales.

Le tégument externe des ovules renversés d'*Aristolochia* (pl. 9, fig. 9) est, pendant le développement, le siège d'une division très active. Son épiderme externe (*a*) se divise dans le sens radial seulement, il en est de même pour l'épiderme interne (*c*) qui, plus tard, lignifie ses cellules.

Le parenchyme compris entre ces deux épidermes (*b*) se divise, pendant tout le développement, à la fois dans le sens radial et tangentiel. Ce cloisonnement est surtout très actif sur la face concave qui correspond au raphé. En effet, cette face, qui dans l'ovule n'a que cinq ou six assises, finit, dans la graine, par en avoir de quinze à vingt.

Dans l'ovule, le tégument interne est réduit à deux assises (*d* et *e*), qui après avoir pris de très nombreuses cloisons radiales, formeront ce que nous avons décrit dans la graine sous le nom de tégument interne.

Le nucelle montre un épiderme externe (*f*) et une succession d'assises parenchymateuses. Ces dernières sont progressivement résorbées, jusqu'à l'épiderme, pendant le développement de l'embryon.

Les graines d'*Aristolochia Sipho* se distinguent de celles appartenant à l'espèce précédente, par le nombre d'assises, plus réduit, du parenchyme externe.

Magnoliacées.

Magnolia macrophylla. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 9, fig. 12). — L'étude anatomique de cette graine, très bien faite par M. Godfrin (1), montre une grande complication dans la disposition des différentes couches. Guidé par le développement, il nous a été possible de grouper les différentes couches que nous avons rencontrées dans les enveloppes séminales de cette plante, en trois parties, qu'une coupe longitudinale de la graine, faite par la chalaze, montre réunies ensemble par un tissu de liège (pl. 9, fig. 11).

Des cinq couches qui forment les enveloppes séminales, les trois premières appartiennent au tégument externe, la quatrième au tégument interne ; enfin, la dernière n'est que le restant du nucelle.

La première couche (*a*) forme l'épiderme de la graine. Elle se compose de trois rangées de cellules plus ou moins irrégulières et à parois épaissies. De distance en distance, cet épiderme se trouve percé de stomates.

Au-dessous de cette couche, on trouve un parenchyme très épais (*b*), comptant cinq ou six épaisseurs de grandes cellules irrégulières, laissant de petits méats. Les cellules de ce parenchyme contiennent de nombreuses gouttelettes d'huile. C'est dans cette couche qu'on rencontre le faisceau vasculaire. Ce dernier, après avoir parcouru tout le long du raphé sans se ramifier, se distribue à la chalaze en quatre branches qui vont dans les différentes régions du tégument externe.

Une rangée de cellules prismatiques (*c*) à parois minces forme l'épiderme interne de ce tégument.

Le tégument interne de cette graine est différencié tout entier en couche protectrice. Il se compose de plusieurs rangées (*d*) de cellules à parois lignifiées disposées en files radiales et alternantes. Une substance brune, très soluble, remplit les cavités cellulaires.

(1) *Loc. cit.*, p. 77 et suiv.

Au-dessous du tégument interne, on rencontre une rangée de cellules prismatiques très grandes (*e*), qui forme l'assise la plus profonde des téguments.

Toutes les autres espèces de *Magnolia* (*M. grandiflora*, *M. glauca*, *M. obovata*) m'ont présenté des téguments semblables à ceux de l'espèce que j'ai prise comme type.

2° *Développement des téguments* (pl. 9, fig. 14 et 15). — L'étude du développoment présente, dans cette graine, un intérêt tout particulier, parce que les deux enveloppes ovulaires subissent, comme on va le voir, des modifications importantes pendant la transformation de l'ovule en graine.

Le nombre des couches qui forment le tégument externe de l'ovule renversé du *Magnolia* (pl. 9, fig. 13) est de trois. La première, épidermique (*a*), commence de bonne heure à se diviser. Mais le cloisonnement ne se fait pas, comme dans la grande majorité des cas, seulement dans le sens radial; ici, il est à la fois radial et tangentiel. De cette manière, le rang unique de cellules épidermiques forme, dans la graine, trois assises superposées. La couche suivante (*b*) est un parenchyme à cellules régulières qui s'accroissent énormément pendant le développement. Une rangée unique (*c*) de petites cellules limite le tégument externe de l'ovule; elle donnera naissance, par des divisions radiales, à l'assise la plus profonde de l'enveloppe séminale externe.

Un second fait important qu'on observe dans l'ovule de *Magnolia*, c'est que tout le tégument interne de l'ovule se transforme en couche protectrice. A cet effet, les trois assises dont il se compose (*d*) se divisent tangentiellement, et forment les cinq ou six rangées de cellules alternes à parois épaisses, décrites dans le tégument interne de la graine. Le nucelle disparaît jusqu'à son épiderme externe (*e*), dont les grandes cellules forment la couche la plus profonde des enveloppes séminales.

En résumé, nous constatons, pour la première fois, dans les *Magnolia*, que le tégument interne de l'ovule se différencie tout

entier, pendant le développement, en couche protectrice. Le faisceau vasculaire se trouve dans le parenchyme du tégument externe et il existe, en dedans de son plan, trois couches bien distinctes.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1889 ET 1890

I. — Basidiomycètes.

L'étude anatomique des Basidiomycètes n'avait jusqu'ici suscité que peu de recherches; les longs efforts exigés pour la récolte des espèces, qui sont souvent plusieurs années sans se montrer, les difficultés de détermination éloignaient ceux qui cherchent une prompte conclusion. Les résultats ne peuvent, en effet, devenir manifestes dans ces sortes de travaux que par l'accumulation d'un grand nombre de faits, exigeant le labeur d'un grand nombre d'années. M. Patouillard (1) a été longtemps seul sur ce chemin de la science, il a trouvé récemment dans M. Fayod un compagnon de route qui a su nettement montrer le grand intérêt de ce voyage en pays inconnu.

Le grand mémoire (2) de ce dernier, qui a été couronné par l'Académie des sciences, servira de base à une classification rationnelle des Agaricinées. L'auteur ne s'est pas borné à l'étude de la baside, des spores, des cystides comme on l'avait fait avant lui; il a étudié avec soin tous les tissus en les définissant avec précision. Il a été conduit à caractériser un certain nombre de structures (par exemple dans les lames, il distingue : 1° la trame emmêlée ou irrégulière; 2° la trame régulière ; 3° la trame bilatérale ; 4° la trame inversée) ou d'assises (le subhymenium est la couche sur laquelle repose l'hymenium et qui lui donne naissance) (fig. A,*s*). Nous ne pouvons pas exposer ici tous les termes de cette nomenclature nouvelle dont l'utilité n'est pas toujours absolument urgente, mais qui sert cependant à fixer certains détails anatomiques. Le développement d'un grand nombre d'espèces, en partant d'individus ayant 1/2 à 1 millimètre, a amené M. Fayod à distinguer trois types dans l'évolution à son début : les formes *gymnocarpes*, *angiocarpes* et *endocarpes*. Dans les premières, le tissu qui doit produire les lames est nu dès l'origine (Chanterelle); dans les secondes il est primitivement enfermé dans un voile général (presque toutes les Agaricinées) ; enfin dans les troisièmes, on retrouve la structure angiocarpe mais se produisant à l'intérieur d'un bulbe primordial formé de très grosses cellules ovoïdes qui sont résorbées bientôt à leur partie supérieure (Amanites).

(1) Patouillard : *Les Hyménomycètes d'Europe*.
(2) Fayod : *Histoire naturelle des Agaricinées* (Ann. des sc. nat., 7e série, t. IX, 1889, p. 182 à 411 avec 2 planches).

Ces études embryologiques conduisent à distinguer dans les Agaricinées des groupes inférieurs à évolution gymnocarpe à lamelles se formant lentement et fructifiant dès leur apparition peu abondamment et longtemps, à trame emmêlée sans subhymenium et des groupes supérieurs à évolution angio et endocarpe à lamelles minces se formant très tôt, fructifiant tard et vite, à trame régulière ou bilatérale et à subhymenium.

Ces groupes dégradés et élevés peuvent se retrouver dans les diverses séries que l'auteur a été amené à distinguer :

Série A. — Genres à spores *blanches* et à membrane sporifère *simple* comprenant :

Cantharellées, Mycénées, Amanitées, Lactario-Russulées.

Série B. — Genres à formes inférieures *coriaces* et à formes supérieures

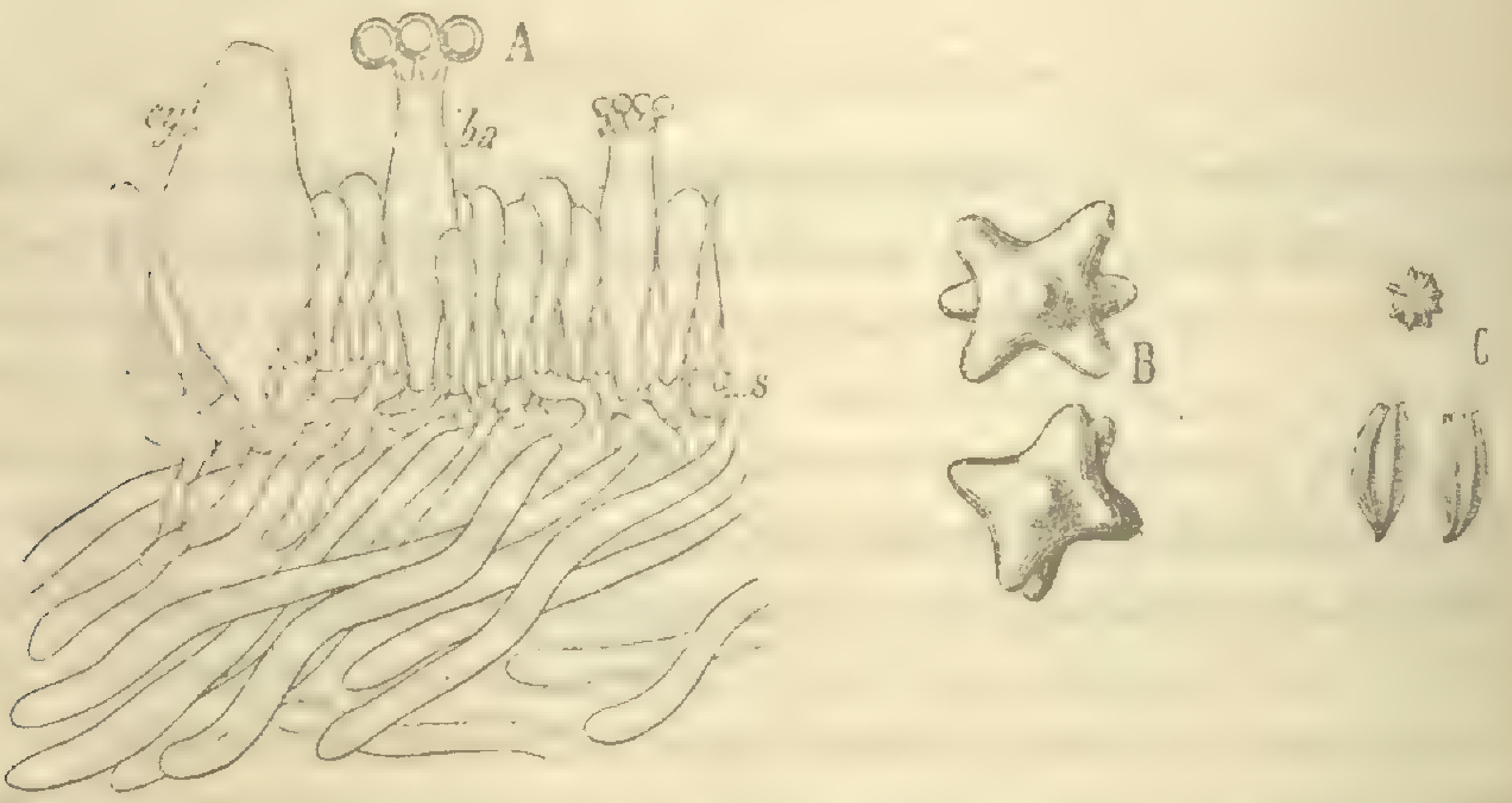


Fig. 11 à 13. — A. Coupe d'une lame d'un Agaric; *s*, subhymenium; *ba*, basides; *cy*, cystide. — B. Spore anguleuse d'une Goniosporée. — C. Spore à fruit méridiens d'*Octojuga* (Claudopus); dessin supérieur vu en dessous, dessins inférieurs vus de face (d'après M. Fayod).

charnues, mais alors à spore à *deux membranes*; spores presque toujours *blanches* :

Xérotées, Panoidées, Lentinées, Pleurotées, Marasmiées, Clitocybées, Lépiotées, Psalliotées.

Série C. — Genres à spores *colorées* :

Tubariées, Naucoriées, Pholiotées, Inocybées, Crépidotées, Plutéidées, Nolanées, tolomées, Cortinariées, Psathyrées et *Coprinoidées.*

Série D. — Spores *roses anguleuses* (fig. B), *roses* :

Goniosporées (Eccilia, Clitopilus, Leptonia, Entoloma, Nolanea).

Série E. — Groupe aberrant voisin des Bolets :

Paxillées (Paxillus, Tapinia, Gomphidius, Lyophyllum).

Série F. — Spores *roses fusiformes* :

Fusiosporées (Octojuga, spore à 8 côtes saillantes (fig. 11, C), Hexajuga.

Relevons les principaux résultats résumés par le tableau de la série A. Dans les Cantharellées, M. Fayod range les Hygrophores et c'est par les *Camarophyllus* (Gymnocarpes et à trame emmêlée) qu'il établit le passage. Le genre Hygrophore est divisé en trois genres : *Camarophyllus, Hygrophorus* et *Hygrocybe* ; nous venons d'indiquer les affinités du premier; les Hy

grocybe sont beaucoup plus voisins des Mycènes et des Omphalies (les espèces suivantes Mycena stipularis et acicula et Omphalia fibula sont des *Hygrocybe*); les *Hygrophus* (à trame bilatérale) se rapprochent au contraire des Amanites. Quant aux Lactario-Russulées, groupe si naturel et si bien délimité par Fries et Quélet, il se rapprocherait peut-être des Amanites par l'existence de vaisseaux oléifères.

Nous avons trop peu de place pour relever tous les faits intéressants à signaler dans les autres séries; notons au passage le rapprochement des Lepiotes et des Psalliotes déjà indiqué par Persoon, le groupement de la plupart des Agaricinées à spores roses en une catégorie naturelle, les *Goniosporées* par suite de l'existence constante de spores anguleuses (fig. 11, B), et enfin l'isolement des *Paxillées;* ce dernier groupe avait été déjà bien caractérisé par M. Patouillard qui le rapprochait des Bolets.

Les genres nouveaux créés par l'auteur sont nombreux, leur énumération (1) fait comprendre quelle riche moisson de faits nouveaux on peut obtenir en étudiant de près la constitution intime de ces innombrables légions d'Agarics dont la distinction fondée sur les caractères extérieurs est souvent si délicate ; elle nous apprend que des espèces très voisines d'un même genre (*Claudopus*) pourront avoir des structures assez différentes pour qu'on soit conduit à les répartir en des séries différentes. — L'ébauche de classification donnée par l'auteur ne peut être parfaite car neuf cents espèces ont été seulement étudiées à l'état adulte et un nombre bien plus restreint à l'état jeune; bien des points restent obscurs, mais l'avenir les éclaircira probablement, car l'exemple de M. Fayod ne restera pas isolé, il suscitera des imitateurs.

On peut regretter que dans l'important travail précédent l'auteur ait négligé une méthode qui devra être employée à l'avenir et qu'il n'ait jamais essayé la culture des Agaricinées. Elle est cependant réalisable dans certains cas. C'est ainsi que M. Costantin (2) a pu cultiver le *Nyctalis asterophora* sur un milieu très simple formé de pomme de terre stérilisée imbibée de jus d'orange. Les individus ainsi développés sont presque aussi grands que ceux qu'on rencontre dans la nature.

Mentionnons plusieurs espèces nouvelles d'Agaricinées appartenant aux Lépiotes, Chanterelle, *Eccilia, Psilocybe* et *Psatyrella* décrites par MM. Ménier (3), Dufour (4) et Voglino (5).

(1) Ces genres nouveaux sont : Delicatula (Mycénées), Lentinellus (Lentinées), Omphalotus, Urospora, Pleurotellus (Pleurotées), Cystoderma, Fusispora (Lepiotées), Flammopsis (Tubariées), Conocybe, Agrocybe, Pholiotina (Naucoriées), Ryssospora, Myxocybe (Pholiotés), Schinzia (Pluteidées), Sphærotrachys (Cortinariées), Astylostigma, Pluteopsis, Glyptsospora (Pratellées), Lentispora, Ephemerocybe (Coprinoïdées), Gymnogomphus (Taxillées), Hexajuga, Octojuga (Fusisporées).

(2) Costantin : *Sur la culture du Nyctalis asterophora* (Journ. de botanique, 1889, nº 19).

(3) Ménier : *Note sur deux nouvelles Lépiotes* (Bull. de la soc. myc., 1889, t. V, p. 74 avec deux planches). L. littoralis et arenicola.

(4) Dufour : *Une nouvelle espèce de Chanterelle* (Rev. gén. de bot., t. I, 1889, p. 357, avec une planche), C. crassipes. — *Une nouvelle espèce de Psathyrella* (Rev. gén. de bot., t. I, p. 651 avec une figure dans le texte), Psatyrella algerica.

(5) Voglino : *Illustrazione di due Agaricini italiani* (Ac. roy. des sc. de Turin, 1888).

Nous signalions précédemment les affinités des *Paxillus* et des Bolets remarquées la première fois par M. Patouillard en se fondant sur les caractères des tissus des lames ou des tubes qui s'enlèvent facilement. M. Fayod (1) a confirmé ce résultat en le précisant. Ce n'est pas seulement des *Paxillus* que se rapprochent les Bolets (*B. subtomentosus, chrysenteron, parasiticus*), quelques-uns d'entre eux sont très voisins des *Gomphidius* (*B. aurantiacus, elegans, granulatus*); enfin plusieurs ont des affinités avec les Polypores (*B. cyanescens, fulvidus*); il n'y a donc pas lieu d'éloigner les Bolets des Polyporées. Le nouveau genre *Boletopsis* créé par M. Fayod complète ce rapprochement; il est établi pour le *Polyporus melaleucus*, l'unique Polypore à spores anguleuses.

Les *Favolus* constituent également un genre de transition entre les Polyporées et les Agaricinées ainsi que l'a montré M. Patouillard (2). Les cloisons lamelleuses des grands pores de ces plantes sont hérissées de poils formés de filaments accolés, incrustés de carbonate de chaux, les cystides sont à parois minces; ces caractères et ceux de la spore ne se retrouvent que dans les *Lentinus*.

L'étude du genre *Ganoderma* (3) a permis au même auteur d'appliquer le même criterium anatomique au groupement d'un grand nombre de Polypores mal connus, caractérisés par leur trame colorée, leur croûte rigide souvent luisante et la surface supérieure du chapeau fréquemment fructifère (4). Les quarante-huit espèces de ce genre, presque toutes exotiques (sauf *Polyp. lucidus, aplanatus, resinaceus* Boud, *leucophæus*), sont réparties en deux groupes les unes à spores ovales échancrées à la base, à croûte luisante (I, *Ganoderma : lucidum, carnosum*, etc.), les autres à spores globuleuses dépourvues de base tronquée et à croûte terne (II, *Amauroderma : neglectum*, etc.).

C'est au même genre *Polyporus* qu'appartiennent ces formes décrites par M. Peck en 1884 et appelées *Myriadoporus* qui ne sont que des Polypores creusés de cavités; cet auteur a reconnu en effet que ce caractère existait pour certains Polypores bien définis (*P. adustus, obducens*, etc.); à ces exemples, M. Patouillard (5) ajoute celui qu'il a pu observer sur une plante de la Martinique, le *Myriadoporus Dussii*.

Citons enfin la découverte des genres nouveaux suivants : *Treichispora* et *Chaetopus* (6), *Mucronoporus* (7), *Campbellia* (8), *Sclerodepsis* (9), *Poroptyche* (10) appartenant à la famille des Polyporées.

(1) Fayod : *Sopra un nuovo genere di Imenomiceti* (Malpighia, 1889, t. III, p. 69, avec 3 figures dans le texte).

(2) Patouillard : *Sur la place du genre Favolus* (Bull. de la Soc. myc., IV. p. 19).

(3) Patouillard : *Le genre Ganoderma* (Bull. de la Soc. myc., t. V, 1889, p. 64).

(4) Voir également à ce propos Patouillard : *Note sur la présence de basides à la surface du chapeau des Polypores* (Bull. de la Soc. myc., t. V, 1889, p. 81).

(5) Patouillard : *Sur une nouvelle forme de Polypore à hymenium vésiculaire* (Bull. de la Soc. myc., t. V, 1880, p. 84).

(6) Karsten : *Fragmenta mycologica* XXIX (Hedwigia, 1890, p. 147).

(7) Elles and Everhart : *Mucronoporus* (Jour. of Mycology, t. V, 1889, p. 90).

(8) Cooke : *On Campbellia gen. nov.* (Grevillae, 18, p. 87).

(9) Cooke : *Sclerodepsis* (Grevillea, 19, p. 49, 51).

(10) Beek : *Protoptyche nov. gen. Polyporeorum* (Verhand. der k.k. zool. bot. Gesellsch. in Wien, 1888, p. 657, 3 planches).

La présence de sclérotes dans les Polyporées est un fait trop rare pour que nous négligions la remarque de M. Fischer (1) établissant que le *Polyporus sacer* de Madagascar pousse sur une sorte de tubercule rappelant le *Pachyma Cocos*.

Un sclérote analogue atteignant 27 centimètres a été récolté dans la Charente-Inférieure sur les racines de pin dans le sable des dunes, c'est-à-dire dans un habitat analogue à celui que Fries signalait pour le *Pachyma Cocos* de la Caroline. Le sclérote de nos pays a révélé à M. Prillieux (2) la même structure que des échantillons du *Pachyma Cocos* venant du Japon.

Rappelons, à propos de ces parties souterraines, qu'à côté du *Ceriomyces terrestris*, M. De Seynes (3) place une espèce analogue qu'il appelle *C. mexicanus*. Ce champignon est creusé de cavités conidifères; il est gélatineux comme une Tremelle et se rapprocherait peut-être des *Laschia* ou des *Glæoporus*.

Terminons cette revision des Polyporées en mentionnant la découverte du *Merulius lacrymans* à l'état libre par M. Magnus (4). Cohn et Hartig pensaient qu'il n'existe que sur les poutres des caves. L'auteur a montré qu'il n'en était rien, il a même rencontré une variété terrestre de cette espèce ordinairement lignicole.

Les Hydnées ne nous offrent qu'une note à relever de M. Schnabl (5) confirmant expérimentalement que l'*Hericium stalactitium* est une variété de l'*Hydnum coralloides* due à l'absence de lumière. L'étude des végétations fongiques des mines à ce point de vue peut fournir des renseignements utiles (6).

La ligne de démarcation séparant les Clavariées des Théléphorées n'est pas très précise, au moins avec les anciennes définitions, aussi ne doit-on pas s'étonner de voir M. Patouillard (7) scinder l'ancien genre de *Lachnocladium* en trois genres parmi lesquels les deux genres, *Conoicladium* et *Dendrocladium* (genres nouveaux), se rattachent aux Théléphorées et le genre *Lachnocladium* (restreint) aux Clavariées. L'hymenium est, en effet, unilatéral dans ces deux premiers genres; les spores sont pâles et lisses dans le *Coniocladium*, brunes et échinulées dans le *Dendrocladium*.

Signalons également du même auteur (8) deux petites notes établissant

(1) Fischer : *Polyporus sacer* (Compte rendu de la 72e sess. de la Soc. helvét. des sc. nat. Lugano, sept. 89, Genève).

(2) Prillieux : *Le Pachyma Cocos dans la Charente-Inférienre* (Bull. de la Soc. myc., 1890, t. VI, p. 95).

(3) De Seynes : *Un Ceriomyces nouveau* (Bull. de la Soc. myc., 1890, t. VI, p. 102).

(4) Magnus : *Ein bemerkenswerthes Auftreten der Hausschwammes Merulius lacrymans in Frien* (Hedwigia, 1890, p. 146).

(5) Schnabl : *Ueber Hericium stalactitium* (Sitzb. des bot. Vereins in München, 13 janvier 1890).

(6) Harz : *Begwerkpilze aus den Kohlenbergwerken Hausham und Penzberg in Oberbayern* (Sitzb. des bot. Vereins in München, fév. 1889).

(7) Patouillard : *Le genre Lachnocladium* (Journ. de botanique, t. II, n° 2, p. 23, n° 2, p. 33 avec une planche).

(8) Patouillard : *Note sur trois espèces mal connues d'Hyménomycètes* (Bull. de la Soc. myc., t. V, 1889, p. 30).

que l'*Hypochnus acerinus*, qui a été placé successivement parmi les *Thelephora* et les *Stereum*, a un hymenium disjoint et floconneux et que l'*Enslinia Leprieurii* décrit comme Ascomycète est une Polyporée.

Les exemples d'Hyménomycètes à conidies sont encore très peu nombreux ajoutons à leur liste le *Solenia anomala*, d'après M. PATOUILLARD (1); les conidies s'observent dans cette espèce sur les poils de la cupule et du tapis mycélien.

Terminons la révision des travaux sur les Hyménomycètes en indiquant la découverte de l'*Exobasidium Warmingii* Rostrup (sur les Saxifrages) dans le Tyrol et le Piémont (2), ainsi que celle du *Dictyonema sericeum* en Angleterre (3); cette dernière plante est un Hyménolichen que l'on croyait jusqu'ici exotique.

Les Gastéromycètes ont été l'objet de quelques recherches. M. NOACK (4) a montré que le mycelium des *Geaster fimbriatus* et *fornicatus* peuvent former des mycorhizes avec les racines des arbres à aiguilles. C'est la première fois que l'on indique sans aucune ambiguité, sauf peut-être pour les *Elaphomyces*, la nature de cette gaine singulière qui entoure les parties souterraines des arbres. L'auteur a fait la même constatation pour des Tricholomes (*T. Russula* et *terreum*), des Lactaires (*L. piperatus*) et des Cortinaires (*C. cærulescens*, *callisteus* et *fulmineus*).

M. VAN BAMBEKE (5) a étudié avec beaucoup de détail la structure du chapeau du *Phallus impudicus*. Il est amené à distinguer cinq couches : une couche intermédiaire entre la gleba et le chapeau qui se retrouve dans le *Dictyphora campanulata* et l'*Ityphallus tenuis* étudié par M. Fischer ainsi que la couche externe du chapeau ; mais, tandis que dans l'*I. tenuis* toute la partie interne est uniforme dans sa structure, on distingue dans le *P. impudicus* une couche interne du chapeau et entre les couches interne et externe un plexus lâche ; la même différenciation se retrouve dans le *Dictyophora*, mais la couche interne est cet *indusium* qui part du sommet du pied et qui s'applique sur la face interne du chapeau. Il semble donc que la couche interne du chapeau du *Phallus* est l'homologue de l'indusium du *Dictyophora*.

M. PATOUILLARD (6) a pu également étudier la structure d'une Phalloïdée du Yun-Nan, le *Lysurus Mokusin;* il s'est convaincu que son capitule présente cinq lobes triangulaires (fig. 14, A) stériles sur la face interne; la gleba

(1) Patouillard : *Les conidies d'un Solenia anomala* (Bull. de la Soc. myc., t. V, p. 122.

(2) Thomas : *Ueber das Vorkommen von Exobasidium Warmingii Rostrup in Tirol und Piemont* (K. K. Zool. bot. Gesells. in Wien, 4 déc. 1889).

(3) Wright : *British Hymenolichen* (Bull. Torrey Bot. Club. XVII, 1890).

(4) Noack : *Ueber mykorhizenbildende Pilze* (Bot. Zeit. 1889, p. 389).

(5) Van Bambeke : *De l'existence probable chez le Phallus (Ithyphallus) impudicus d'un indusium rudimentaire* (Extrait de Botanisch Jaarbœk, uigegeven door het kruidkundig genootschap Dodonea te gent, derde Jaargang, 1891, Gand).

(6) Patouillard : *Organisation du Lysurus Mokusin Fries* (Journ. de botanique, 1890, t. IV, p. 254, avec fig. dans le texte).

sporifère est développée exclusivement sur la face externe du fruit (fig. 14, B, *g*). Les *Lysurus* ne sont donc pas des Clathrées comme l'indique M. Fischer dans le *Sylloge fungorum*, mais des Phallées.

Le même auteur (1) a étudié le genre *Podaxon* que M. Massee (2) avait cru pouvoir ranger dans les Ascomycètes contrairement à l'opinion et aux dessins de de Bary et de Fischer (3). M. Patouillard se range à l'avis de ces

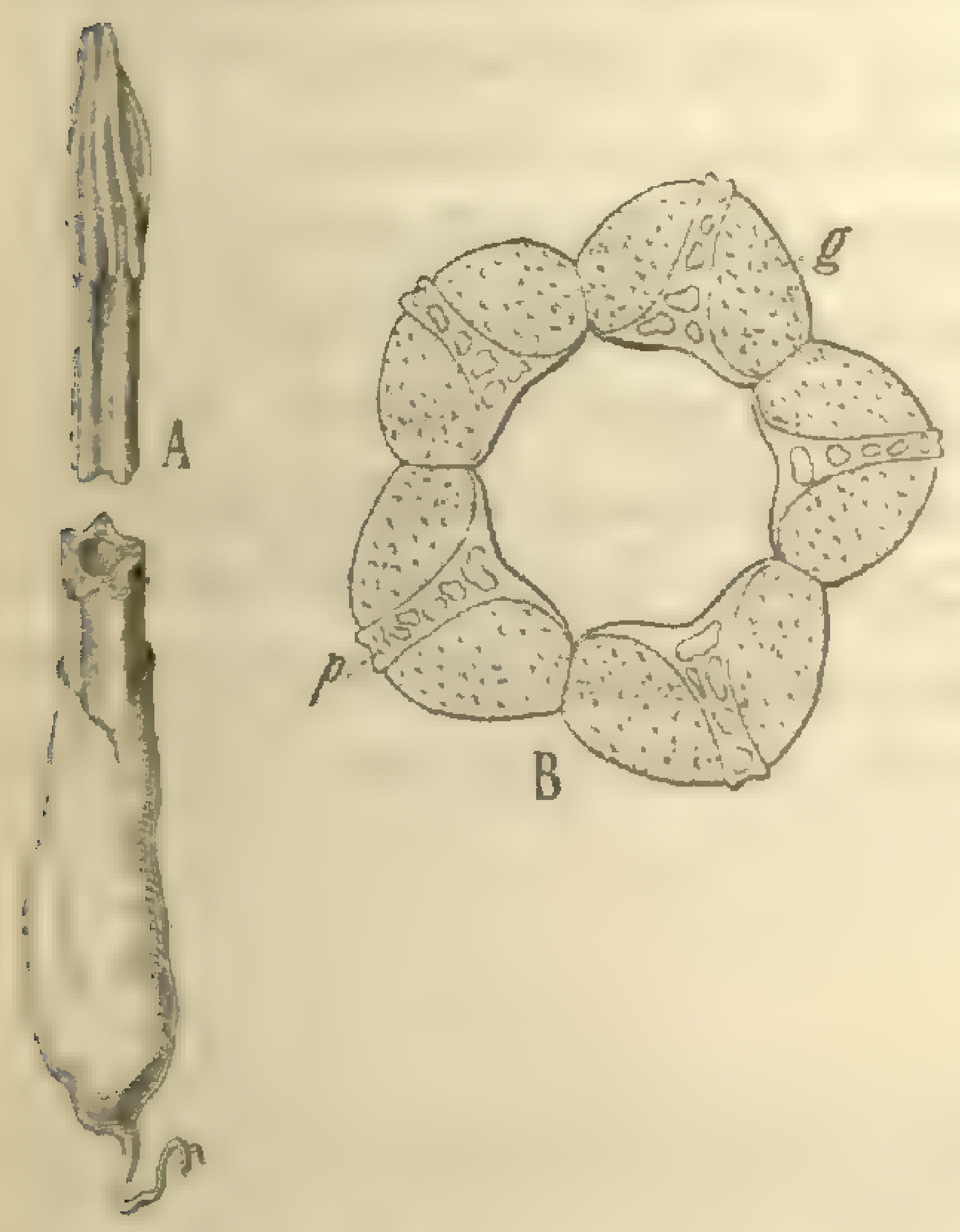


Fig. 14 et 15. — A. *Lysurus*, port. — B. Section du capitule; *g*, gleba inséré à l'extérieur des cloisons des côtes *p* (d'après M. Patouillard).

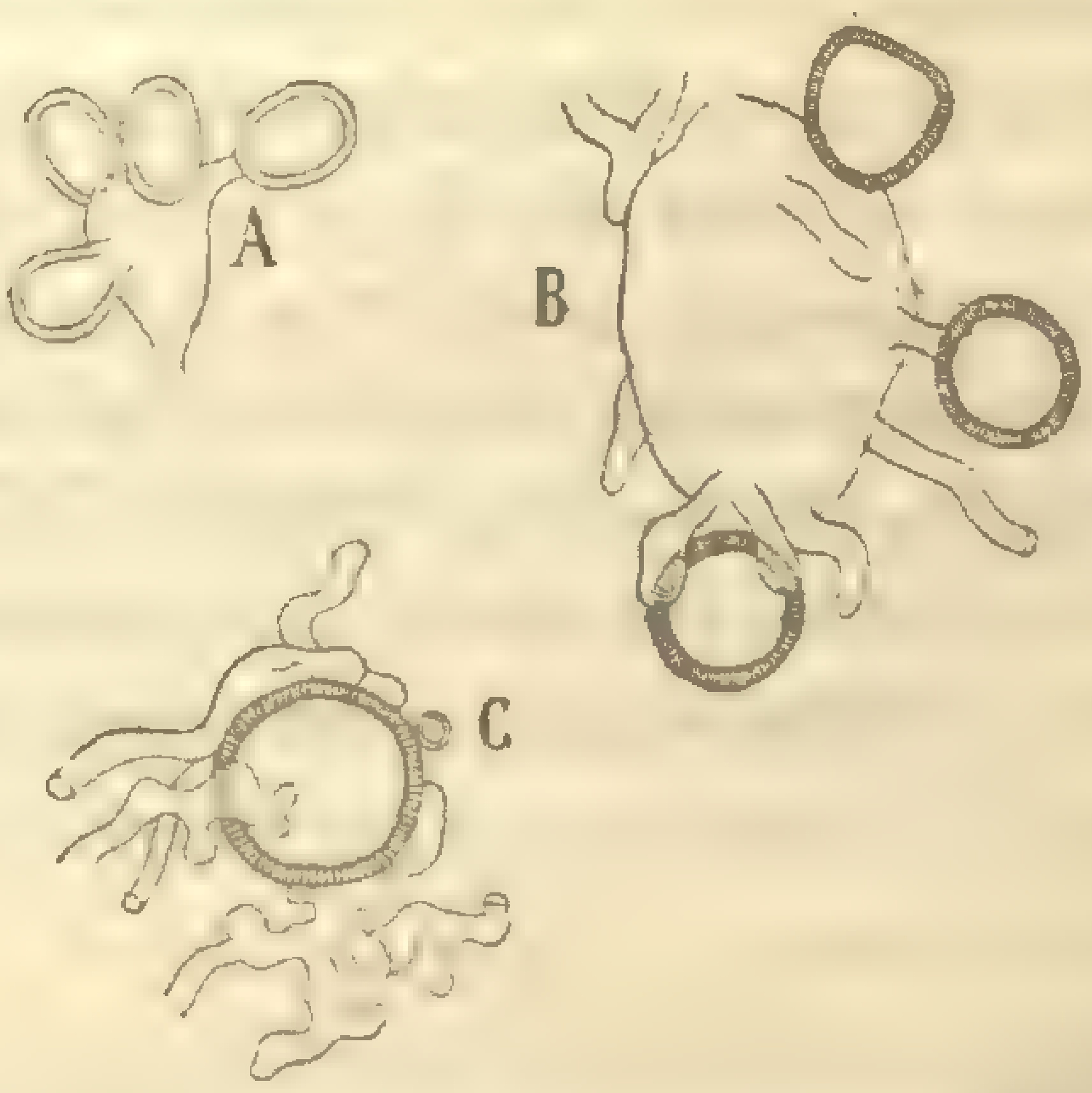


Fig. 16 à 18. — A. Basides jeunes de *Phlyctospora;* B, baside qui commence à pousser des filaments entourant la spore en C (d'après M. Beck).

deux derniers observateurs et décrit deux espèces nouvelles, l'une d'Arabie, *P. Deflersii*, l'autre d'Hodeida, *P. Schweinfurthii*.

M. Beck (4) a pu étudier un champignon souterrain découvert en 1841 par Corda et dont la véritable nature était restée inconnue jusqu'ici, le genre *Phlyctospora;* il appartient aux Hyménogastrées, ses basides portent deux à cinq spores sans stérigmates; mais cette baside a la singulière propriété de bourgeonner après la formation des spores, de sorte ces dernières se trouvent très rapidement emprisonnées dans de filaments enchevêtrés et la structure devient indistincte (fig. 16 à 18).

M. Hesse (5) a décrit une espèce nouvelle du genre *Leucogaster*, qui appartient également à la même famille.

(1) Patouillard : *Le genre Padoxon* (Bull. de la Soc. Myc., t. II, p. 158, avec une planche).

(2) Massee : *A monograph of the genus Podaxis Des. (Podaxon Fr.)* (Journ. of botany british and foreign, fév. 1890).

(3) Fischer : *Bemerkungen über einige von Dr H. Schinz in Sudwestafrika gesammelte Gastromyceten* (Hedwigia, 1889, p. 1, avec une planche).

(4) Beck : *Ueber die Sporenbildung der Gattung Phlyctospora Corda.* (Ber. d. deutschen Bot. Gesells. VII, p. 212, 5 fig. dans le texte).

(5) Hesse : *Zur Entwickelungsgeschichte der Hymenogastreen Leucogaster floccosus* (Bot. Centralbl. t. XL, p. 1 et p. 33, avec 2 planches).

Enfin, pour terminer notre revision des Basidiomycètes, signalons l'achèvement du premier volume de la flore de Silésie de SCHROETER (1). Les Hyménomycètes et les Gastéromycètes sont exposés dans les derniers fascicules. Signalons au courant de la plume les principales particularités de cet important ouvrage. Les Hyménomycètes comprennent sept familles : Dans les Exobasidiées nous remarquons le genre *Microstoma*. Les Hypochnées forment une famille distincte contenant : Hypochnus, Tomentella et *Hypochnella* (genre nouveau). Dans les Clavariées nous notons le genre nouveau *Clavulina*; dans les Hydnées, *Phæodon* et *Amaurodon;* dans les Polyporées, *Ochroporus* et *Phæoporus*. Les Cantharellées constituent une famille spéciale composée de Trogia, *Leptopus*, *Leptoglossum* et Cantharellus. Dans les Agaricinées plusieurs faits singuliers frappent le lecteur, d'abord le genre Agaric est maintenu et comprend seulement comme sous-genres Pleurote, Omphalie, Mycène, Collybie, Clitocybe, Tricholoma ; les *Psalliota* comprennent les Strophaires et des nombreux genres nouveaux sont créés. Ces derniers résultats nous montrent que la classification définitive des Agaricinées n'est pas encore trouvée.

(*A suivre.*) J. COSTANTIN.

(1) Schrœter : *Kryptogamen flora von Schlesien* (fin du 1er volume).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LA CLASSIFICATION

ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE

PUBLIÉS EN 1888 ET 1889 (*Suite*).

Composées.

M. Camus (1) signale sur les falaises auprès de Dieppe la présence du *Bellis intermedia* Loret. Cette plante, au sujet de laquelle Grenier consulté par Loret répond que c'est une « bonne espèce », n'est d'après M. Camus qu'une variété du *B. perennis* due à la station maritime. Cette manière de voir est confirmée par ce fait que les échantillons de *B. intermedia* de l'herbier du Museum proviennent aussi d'une région maritime; d'autre part, le *B. intermedia* de Dieppe n'est certainement pas, comme le prétendent certains botanistes, un hybride du *B. perennis* avec le *B. annua* puisque cette dernière espèce n'existe pas dans la région.

M. Genty (2) donne les descriptions comparées du *Cineraria campestris* Retz, trouvé seulement en France dans les Alpes maritimes, et du *C. spathulæfolia* Gmel.

Le *Plagius virgatus* DC., depuis sa première description par Jacquin, en 1771, sous le nom de *Cotula grandis*, a subi pas mal de vicissitudes; c'est ce que montre M. Magnier (3) dans une note ayant pour objet l'historique de la synonymie étendue de cette plante. Allioni changea le nom de *Cotula grandis* en celui de *Chrysanthemum discoideum*, Lamarck le fit entrer dans le genre *Matricaria* et Poiret dans le genre *Tanacetum;* M. Gay le nomma ensuite *Leucanthemum vulgare*, var. *discoideum* et c'est sous ce nom qu'il a été distribué dans les Reliquiæ Mailleanæ, puis M. Clos proposa de le nommer *Leucanthemum discoideum*; il fut enfin rattaché au genre *Plagius* par Ardoino qui dans sa flore des Alpes maritimes l'appelle *Plagius Allioni;* quant à la dénomination de *Plagius virgatus*, c'est celle de de Candolle dans le Prodrome.

Quelle est la véritable place à assigner au *Plagius virgatus* dans la classi-

(1) Loc. cit.
(2) P.-A. Genty : *Cineraria campestris Retz* (Scrin. flor. select., 1889, p. 149).
(3) Ch. Magnier : *Plagius virgatus DC.* (Scrin. flor. select., 1888, p. 133).

fication ? A ce propos M. Nyman (1) fait remarquer, d'après Lacaita, que cette plante possède le réceptacle, les fleurons et les akènes des *Leucanthemum* et que par conséquent il y a lieu de s'étonner de la voir rapporter au genre *Plagius*, avec lequel elle n'a pas de rapports, et de ne pas lui voir porter le nom de *Leucanthemum discoïdeum*.

M. Giard (2) avait remarqué dès 1877, aux environs de Wimereux près Boulogne-sur-Mer, un certain nombre de pieds anormaux de *Pulicaria dysenterica*. Parmi ces formes anormales, les unes étaient complètement dépourvues de rayons, les autres étaient entourées d'un cercle de fleurons ligulés très petits, à la vérité, mais cependant nettement visibles. En étudiant ces formes de plus près, M. Giard s'est convaincu qu'elles étaient les unes exclusivement femelles, les autres mâles, sinon morphologiquement, du moins physiologiquement, puisque leurs styles étaient placés de manière à ne pas pouvoir être fécondés; la forme normale hermaphrodite s'était donc transformée en deux formes distinctes, mâle et femelles, et le *Pulicaria dysenterica* de Wimereux était devenu une plante dioïque.

M. Giard considère cette transformation comme un retour atavique au type primitif, en d'autres termes admet que la forme actuelle de *Pulicaria dysenterica* dérive d'un type primitivement dioïque dont le cas tératologique de Wimereux donne une idée approximative. De plus il explique de la manière suivante le passage de ce type dioïque primitif à la forme hermaphrodite que nous connaissons aujourd'hui.

Il est évident que des deux formes anormales, c'est la forme mâle qui se rapproche le plus de la forme actuelle. Un très léger perfectionnement du style suffirait, en effet, pour rendre cette forme mâle physiologiquement équivalente à la forme normale actuelle, et quant à la transformation de leurs corolles périphériques obscurément bilabiées en ligules avec lesquels elles offrent déjà plusieurs points de ressemblance, elle a pu s'opérer rapidement sous l'influence des insectes. Dès que ces modifications ont été produites, la plante a passé de l'état dioïque à un état de transition ou « gynodioïque », c'est-à-dire qu'il devait y avoir des pieds à fleurs femelles et des pieds à fleurs hermaphrodites. Dès l'instant où cet état gynodioïque a été atteint, les pieds femelles ont sans doute été peu à peu éliminés. En effet, ils n'étaient plus indispensables à la propagation de la plante, d'autre part, beaucoup moins visibles pour les insectes que les pieds hermaphrodites, ils ont dû être vaincus par ces derniers dans la lutte pour l'existence.

Cette dernière manière de voir est confirmée par ce fait que les formes anormales de Wimereux ne se sont perpétuées et multipliées que grâce à la précaution prise par M. Giard, d'arracher chaque année tous les pieds normaux qui poussaient dans le voisinage.

M. Ménager (3) donne la description du *Gnaphalium undulatum* L., espèce

(1) C.-E. Nyman : *Conspectus floræ europeæ.* Supplementum II, 1889 et 1890. Comment. 164, p. 367.

(2) A. Giard : *Sur la transformation de Pulicaria dysenterica Gaertn., en une plante dioïque* (Bull. scient. de la France et de la Belgique, 1889, p. 53.

(3) R. Ménager : *Gnaphalium undulatum L.* (Soc. bot. Rochelaise, 1889, p. 33).

africaine, naturalisée depuis de longues années sur plusieurs points de la côte du Finistère; la taille de cette espèce est très variable, elle oscille entre 4 et 15 décimètres.

Billot pensait que le *Filago neglecta* DC. était un hybride du *Logfia gallica* et du *Gnaphalium uliginosum*, et Nyman semble, dans son Conspectus, adopter cette opinion. D'après M. GÉRARD (1) cet avis ne saurait être partagé. En effet les hybrides ne croissent que par pieds isolés au milieu des parents, et ils sont en général assez rares. Or, dans certains champs des Vosges et de Meurthe-et-Moselle où le *F. neglecta* croît en abondance, M. Gérard n'a pas vu un seul pied de *Logfia gallica*, et si on y trouve le *Gnaphalium uliginosum*, c'est en moins grande quantité que le *Filago neglecta*.

Pouzolz, dans la flore du Gard, n'admet que le *Centaurea montana* L. comme Centaurée à grandes fleurs bleues rayonnantes. M. MARTIN (2) est d'avis d'en distinguer trois, les *C. montana L.*, des plateaux calcaires des Cévennes, le *C. intermedia* Cariot, des Cévennes granitiques, et le *C. axalaris* Willd, de la partie méridionale du département du Gard. Les deux nouvelles espèces que M. Martin croit devoir ajouter à la flore du Gard ne sont que des variétes du *montana* et ont déjà été décrites comme telles par divers botanistes.

Les *Tragopogon porrifolius* L. et *pratensis* L., cultivés au jardin botanique de Rochefort, avaient produit plusieurs années consécutives un hybride très remarquable et facile à reconnaître par ses grandes fleurs à ligules rouge lie de vin à la partie supérieure et d'un beau jaune à la base, par ses feuilles lancéolées linéaires, longuement acuminées et dilatées à la base et par ses akènes fortement tuberculeux, écailleux. La présence de cet hybride fit penser à M. FOUCAUD (3), directeur du jardin botanique, qu'il devait également se retrouver dans les endroits où croissent ensemble les deux parents, sa découverte dans plusieurs localités de la Charente-Inférieure est venue confirmer ses prévisions. M. Foucaud nomme cet hybride *T. porrifolio-pratensis*.

Dans quelques spécimens des environs de Rochefort, c'était le jaune qui dominait sur la partie supérieure des ligules, tandis que le jaune de la base était peu apparent. M. Foucaud se demande si ce n'est pas là un hybride à un autre degré.

M. BRUYAS (4), rectifie quelques erreurs dans la description donnée par Grenier et Godron du *Taraxacum gymnanthum* DC. Entre autres les feuilles accompagnent toujours les fleurs et les akènes ne sont pas d'un gris fauve,

(1) F. Gérard : *Filago neglecta DC.* (*Logfia Soyeri F. Gérard*) (Scrin. flor. select. 1889, p. 149).

(2) B. Martin : *Note sur deux Centaurea de la flore du Gard* (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 441.

(3) J. Foucaud : *Note sur les Tragopogon porrifolius L. et pratensis L. et sur leurs hybrides* (Soc. bot. Rochelaise, 1889, p. 38).

(4) F. Bruyas : *Taraxacum gymnanthum DC.* (Bull. Soc. Dauphinoise, 1889, p. 635).

mais bien rouge brique à maturité. De plus, ajoute M. Bruyas, toute la plante possède une amertume telle, qu'elle n'est point comestible pour l'homme et que souvent les animaux herbivores s'en éloignent.

Genre Hieracium. — Un important travail de M. Arvet-Touvet (1), est venu en 1888 combler, sinon en totalité, au moins en bonne partie, une lacune importante que l'auteur lui-même signalait en ces termes quelques années auparavant : « Je crois, disait-il, qu'une monographie du genre *Hieracium*, à vingt-trois ans d'intervalle, de « l'Epicrisis » c'est-à-dire de la dernière qui a paru, est attendue avec impatience et serait accueillie avec une faveur marquée par tous les botanistes. Mais depuis que le célèbre et regretté Fries a été enlevé à la science, il est permis de se demander qui aujourd'hui, en Europe, osera l'entreprendre, qui pourra se flatter de donner sur ce genre immense, et sans exagération aucune, extraordinairement difficile, un ouvrage satisfaisant. »

Sans doute, l'ouvrage de M. Arvet-Touvet n'est pas une monographie complète du genre *Hieracium*, il ne comprend que les *Hieracium* des Alpes françaises, et au premier abord il semblerait même mériter le blâme qu'Alph. de Candolle adresse aux monographes qui choisissent pour étude les fragments locaux d'un groupe compliqué et obscur, comme des *Rubus*, *Rosa*, *Hieracium*, *Salix*, *Mentha*, etc., et qui veulent par « un procédé peu scientifique, élucider des choses obscures au moyen de débris et de tronçons »; mais, si l'on fait attention à la distribution géographique des *Hieracium*, il est évident que ces paroles ne peuvent guère s'appliquer dans le cas présent.

En effet, le genre *Hieracium*, qui a des représentants à peu près dans toutes les contrées du globe, mais en Europe beaucoup plus que dans toutes les autres, est par excellence un genre européen. De plus, la nature semble avoir placé son centre d'habitation et de dispersion dans nos grandes Alpes, dans la chaîne même du partage des eaux, d'où il rayonne et se répand dans les chaînes secondaires, à peu près dans toutes les directions, avec prédilection toutefois vers le bassin méditerranéen. L'on comprend dès lors aisément combien une monographie des *Hieracium* des Alpes françaises, c'est-à-dire du centre de végétation du genre entier, peut intéresser la flore générale du globe et par conséquent offrir aux botanistes français un guide sûr pour l'étude des formes françaises de ce genre difficile.

M. Arvet-Touvet divise le genre *Hieracium* en trois sous-genres, *Stenotheca*, *Pilosella* et *Archieracium*, et en un nombre beaucoup plus considérable de sections et de groupes secondaires. Il décrit environ 180 espèces (dont 125 créées par lui) et près de 300 variétés. Parmi les formes admises comme espèces, il distingue 39 espèces de premier ordre, 87 de second ordre et 51 de troisième ordre; parmi les autres formes encore plus nombreuses qu'il considère comme variétés, plus de 120 avaient été décrites comme espèces distinctes par divers botanistes.

Le tableau systématique suivant, où sont indiquées les espèces de premier ordre, donne un aperçu de l'ouvrage.

(1) C. Arvet-Trouvet : *Les Hieracium des Alpes françaises ou occidentales de l'Europe*. Paris et Lyon, 1888.

HIERACIUM L., Tausch, Fries.

Sous-genre I. — *Stenotheca* Fries.

Section 1. — Tolpidiformia DC : *H. staticefolium* Vill.

Sous-genre II. — *Pilosella* Fries.

Groupe 1. — Pilosellina : *H. Pilosella* L.

Groupe 2. — Rosellina : *H. glaciale* Lach.

Groupe 3. — Auriculina : *H. Auricula* L., *H. aurantiacum* L., *H. pratense* Tausch.

Groupe 4. — Cymellina : *H. cymosum* L.

Groupe 5. — Præaltina : *H. præaltum* Vill.

Sous-genre III. — *Archieracium* Fries.

Section 1. — Aurella Koch : *H. glaucum* All., *H. villosum* L., *H. armerioides* Arv.-Tour., *H. piliferum* Hoppe, *H. glanduliferum* Hoppe, *H. subnivale* Gren. et Godr.

Section 2. — Alpina Fries : *H. alpinum* L.

Section 3. — Heterodonta Arv.-Touv. : *H. humile* Jacq.

Section 4. — Pseudocerinthoidea Koch : *H. amplexicaule* L.

Section 5. — Cerinthoidea Koch : *H. saxatile* Vill., *H. vogesiacum* Moug.

Section 6. — Andryaloidea Koch : *H. lanatum* Vill.

Section 7. — Pulmonaroidea Koch : *H. Schmidtii* Tausch., *H. cærulaceum* Arv.-Touv., *H. murorum* L., *H. vulgatum* Fries.

Section 8. — Prenanthoidea Koch : *H. juranum* Fries, *H. prenanthoides* Vill., *H. lanceolatum* Vill., *H. lycopifolium* Frœl., *H. cottianum* Arv.-Touv., *H. parcepilosum* Arv.-Touv.

Section 9. — Picroidea Arv.-Touv. : *H. lactucæfolium* Arv.-Touv., *H. viscosum* Arv.-Touv., *H. ochroleucum* Schl., *H. picroides* Vill., *H. intybaceum* Wulf.

Section 10. — Australia Arv.-Touv. : *H. heterospermum* Arv.-Touv.

Section 11. — Accipitrina Koch : *H. rigidum* Hartm., *H. boreale* Fries, *H. umbellatum* L.

Chaque espèce est décrite assez longuement ; les caractères les plus saillants sont en italique. La citation de nombreuses localités, ou plus souvent une simple distribution géographique par massifs, accompagne chaque description. Au point de vue de la facilité des recherches et des déterminations on ne saurait assez regretter l'absence de clefs analytiques des espèces et le manque assez général de synonymes.

Le travail de M. Arvet-Touvet est évidemment rédigé d'après les idées de l'école analytique. Non seulement, l'éminent hiéraciologue admet un nombre déjà considérable d'espèces de premier ordre, mais de plus il ne fait pas de distinction pratique entre celles-ci et celles de deuxième ordre ; toutes sont décrites et numérotées les unes avec les autres sans faire suffisamment ressortir les différents liens de parenté qui peuvent exister entre elles.

Dans ces conditions la distinction entre espèces de premier et de second ordre devient presque exclusivement typographique, et M. Arvet-Touvet arrive à admettre en réalité plus de 120 espèces d'*Hieracium*, sans parler des 51 espèces de troisième ordre qui y sont encore rattachées.

En présence d'un tel nombre d'espèces dans le seul genre *Hieracium*, l'on ne peut s'empêcher de songer combien la création continue de nouvelles espèces par l'école analytique a rendu difficile l'étude actuelle de certains genres; si cette tendance allait encore s'accentuant on en arriverait à ne plus pouvoir déterminer sûrement les *Hieracium*, comme les *Rosa* et les *Rubus*, qu'à l'aide des échantillons authentiques ayant servi aux descriptions.

Il nous reste, pour en finir avec le genre *Hieracium*, à rappeler quelques articles peu importants, soit : la description par MM. Timbal-Lagrave et Marçais (1) de l'*H. Chevallieri*, voisin du *pyrenæum* Jord. ; une note de de M. Marçais (2) sur l'*H. Godronianum*, Jeanb. et Timb.; une autre de M. Magnin (3) sur l'*H. scorzonerifolium;* enfin, la description d'une variété d'*H. Peleterianum* par M. Hervier (4).

Pyrolacées.

L'on a jusqu'ici généralement admis que le *Pyrola rotundifolia* L. qui existe dans les dunes du nord de la France, n'est pas le type linnéen, mais bien la forme trouvée par Koch dans l'île de Norderney et décrite sous le nom de variété *arenaria*. M. Masclef (5), qui a étudié un nombre considérable d'échantillons recueillis sur le littoral des départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme, n'en a vu qu'un très petit nombre représentant la forme *arenaria* bien caractérisée dans toutes ses parties; mais d'autre part, il est presque aussi rare de rencontrer le type parfait. Le plus généralement on trouve des formes qui établissent le passage entre le type et sa variété.

La forme *arenaria* n'est point d'ailleurs exclusivement littorale, elle est particulière aux stations sablonneuses en général; M. Masclef en a étudié des spécimens provenant de deux localités intérieures du département du Pas-de-Calais. Il conclut de ses observations que le *Pyrola rotundifolia* est une espèce très polymorphe, et que certaines descriptions qui en ont été faites sont fautives ou du moins trop peu générales, par suite de l'examen d'un nombre insuffisant de spécimens.

(1) Ed. Timbal-Lagrave et Ed. Marçais : *Plantes critiques rares ou nouvelles*. Paris, 1888, p. 6.

(2) Ed. Marçais : *Hieracium Godronianum Jeanb. et Timb.* (Soc. bot. Rochelaise, 1889, p. 41).

(3) Ant. Magnin : *Note sur l'Hieracium Scorzonerifolium du Mont-Poupet* (Bull. soc. bot. de Lyon, 1888).

(4) J. Hervier : *Hieracium Peleterianum, forma subnivea Arv.-Touv. et J. Hervier* (Soc. bot. Rochelaise, 1888, p. 32).

(5) A. Masclef : *Études sur la géographie botanique du nord de la France*. Loc. cit.

Convolvulacées.

Le *Convolvulus argyræus* DC, que Grenier et Godron réunissent comme variété au *C. althæoides*, existe auprès d'Aix sur un espace très restreint; ce fait est connu depuis longtemps.

M. Clos (1) qui a reçu des pieds vivants de cette localité et les a cultivés, admet qu'ils sont spécifiquement distincts du *C. althæoides*. Selon lui le *C. argyræus* doit être rapporté au *C. tenuissimus* Sibt. et Sm., comme c'est d'ailleurs l'opinion de Bertoloni, Reichenbach, Boissier, etc. Ce nom de *tenuissimus* ayant la priorité sur celui d'*argyræus*, il conclut que le *C. tenuissimus* doit être inscrit dans la flore française comme espèce nouvelle et distincte.

Borraginées.

D'après M. Genty (2), la description et la planche que donnent Lorey et Duret dans leur Flore de la Côte-d'Or, du *Cynoglossum Dioscoridis* Vill. est absolument fantaisiste. Ces auteurs ne semblent avoir connu cette espèce que très imparfaitement; elle n'a pas été retrouvée dans les localités qu'ils indiquent, et elle n'existe sûrement dans le département de la Côte-d'Or que dans une seule localité trouvée par M. Genty.

Le *C. Dioscoridis* est surtout nettement caractérisé par ses nucules petits, crustacés, revêtus de tubercules de deux sortes, les uns relativement assez gros, coniques, atténués en un col surmonté d'une couronne terminale de petits aiguillons hyalins réfléchis, les autres plus petits, irrégulièrement coniques ou punctiformes, ni atténués en col, ni aiguillonnés; les premiers occupent principalement les bords du nucelle où ils sont nettement sériés et largement connivents entre eux par leur base; les seconds ne sont jamais sériés, mais épais surtout sur le dos et la face externe du nucelle.

Cultivé à Dijon, dans les rocailles, le *C. Dioscoridis* s'y montre normalement monocarpien-bisannuel. Ses corolles d'un rouge brique dans le bouton et à l'épanouissement, sont bleues pendant l'anthèse et finalement plus ou moins violacées lorsqu'elles se détachent.

Labiées.

M. Mailho (3) décrit un *Lavandula* hybride trouvé dans plusieurs localités de l'Ariège; il l'appelle *L. aurigerana* (*L. pyrenaica-latifolia*). Ses parents sont les *L. latifolia* Vill. et *L. Spica* L. var. *pyrenaica* Benth., ses caractères sont intermédiaires entre ceux de ces deux espèces; sa floraison est plus précoce que celle du *L. latifolia* et plus tardive que celle du *L. Spica.*

(1) D. Clos : *Le Convolvulus tenuissimus Sibth. et Sm., espèce française* (Bull. Soc. bot. Fr., 1889, p. 384).
(2) P.-A. Genty : *Cynoglossum Dioscoridis Vill.* (Scrin. flor. select., 1888, p. 134).
(3) J.-B. Mailho : *Lavandula aurigerana Mailho* (Soc. bot. Rochelaise, 1889, p. 42).

Le genre *Mentha* a été fort peu étudié en France ces dernières années. Nous trouvons dans le travail de MM. Timbal-Lagrave et Marçais (1), déjà cité plusieurs fois, une description d'espèce nouvelle, le *M. pachystachys*, forme de *M. rotundifolia* recueillie dans le département de la Drôme; puis la diagnose du *M. rotundifolia* var. *corbariensis* Timb., réunie depuis provisoirement avec le *M. rotundifolia* var. *gracilis* Malinv.; enfin quelques remarques intéressantes sur la valeur du *M. Nouletiana* Timb. Cette Menthe est regardée comme un hybride par beaucoup d'auteurs, et M. Malinvaud en particulier la considère comme un *M. silvestri + viridis;* pour MM. Timbal et Marçais, il est impossible que cette plante soit un hybride, car, ajoutent-ils, ils l'ont trouvé dans plusieurs localités où les prétendus parents ne se trouvent pas; on ne les retrouve qu'à une douzaine de kilomètres de là. Tout en reconnaissant avec M. Malinvaud que l'hybridation peut se produire à une certaine distance il leur semble bien difficile de l'admettre dans de semblables conditions d'éloignement.

Une note de M. Callay (2), insérée dans le Bulletin de la Société dauphinoise, décrit une Menthe nouvelle des Ardennes, le *M. arduennensis*, distribuée par la Société.

Nous devons enfin signaler la revision du sous-genre *Menthastrum* publiée à Genève en 1889, par M. J. Briquet. Bien que cette revision, écrite en français et en latin, ne soit pas à proprement parler un travail sur la flore française, par cela même qu'elle est d'un ordre purement systématique elle constitue une monographie générale du sous-genre *Menthastrum* qui doit être du plus précieux concours aux botanistes français.

D'autre part M. Briquet utilise les travaux des auteurs français, entre autres ceux de Pérard et de M. Malinvaud, et rien qu'à ce titre elle mérite cette simple mention dans notre revue.

M. Briquet (3) n'admet dans le groupe *Menthastrum*, pour tout le globe, que 4 espèces de premier ordre, les *M. rotundifolia*, *silvestris*, *aquatica* et *arvensis;* le *M. viridis* devient une espèce de second ordre, avec trois autres étrangères à l'Europe, puis M. Briquet distingue 5 autres espèces de troisième ordre, soit 13 espèces de valeur différente; enfin nous trouvons 11 hybrides binaires et 2 ternaires, à un ou plusieurs degrés.

Selon M. Camus (4), le *Glechoma micrantha* Bonn. est une espèce distincte. « Je ne puis, dit-il, en rien croire à l'influence de l'habitat, du climat, de l'exposition, etc., toutes les causes étant les mêmes pour ces deux plantes lesquelles sont faciles à reconnaître au premier coup d'œil par la coloration très différente de leur corolle ainsi que par leur taille qui diffère également. »

(1) Loc. cit., p. 8.

(2) Callay : *Mentha arduennensis Callay, catal. inédit* (Bull. Soc. Dauphin., 1889, p. 636).

(3) John Briquet : *Fragmenta monographiæ Labiatarum*. Fascicule premier : A. *Revision systématique des groupes spécifiques et subspécifiques dans le sous-genre Menthastrum du genre Mentha*. Genève, 1889.

(4) E.-G. Camus : *Glechoma micrantha Bonn.* (Soc. bot. Rochel., 1889, p. 43).

MM. Timbal-Lagrave et Marçais (1) décrivent comme espèce nouvelle un *Galeopsis* du Cantal, voisin du *G. intermedia* Vill., mais s'en distinguant par la glabrescence de toutes ses parties, par l'absence de glandes et de poils glanduleux, par sa corolle beaucoup plus grande, à tube longuement exserte, et par ses feuilles toutes pétiolées, très caduques, elliptiques, allongées, à dents plus longues et plus profondes. Cette plante est nommée *G. longiflora*.

M. Genty (2), qui a eu maintes fois l'occasion d'observer dans le Jura français le *Galeopsis Reichenbachii* Reuter, n'est pas éloigné d'y voir un type à la vérité peu tranché, mais bien autonome. « Partout, dit-il, où j'ai rencontré le *G. Reichenbachii* Reut., sur le Jura, j'ai vainement cherché le type du *G. Tetrahit* L., qui, habitant des basses régions ne s'élève pas dans les hautes montagnes jurassiques où il est remplacé par le précédent qui n'en est peut-être qu'une race alpine. » Le *G. Reichenbachii* diffère du *Tetrahit* par sa taille moins élevée, sa tige non ou à peine renflée sous les nœuds, ses feuilles ovales nettement arrondies ou subtronquées à la base, ses sépales plus longuement aristés, mais à arêtes molles non évidemment spinescentes, sa floraison plus précoce, et enfin par un aspect général particulier qui permet de le distinguer d'assez loin.

La nature hybride du *Stachys ambigua* Smith (*S. palustri-silvatica*) a été admise par un grand nombre de botanistes, Schiede, Bentham, Grenier et Godron, Kirschleger, F. Schultz, Focke, Royer, etc. ; d'autres auteurs, au contraire, entre autres Mutel et Pflümer, considèrent cette plante comme une simple variété du *S. palustris* dont il ne diffère guère que par ses feuilles brièvement pétiolées et auquel il est relié par de nombreux intermédiaires, tandis qu'il diffère notablement du *S. silvatica*. A ce propos M. Clos (3) fait remarquer qu'en France où le *S. ambigua* est signalé sur bien des points, il est loin d'avoir toujours été constaté au milieu des *S. palustris* et *silvatica* et que souvent l'on a dû prendre comme tel une simple variété *petiolata* du *S. palustris*; c'est ce qu'a déjà fait observer M. Lloyd pour le soi-disant *S. ambigua* de l'ouest. Toutefois, ajoute M. Clos, on ne saurait refuser le titre d'hybrides à des formes intermédiaires entre les *S. palustris* et *silvatica* observées dans les lieux mêmes où croissent ensemble ces espèces.

M. Giraudias (4), dans ses notes critiques déjà citées, donne la description d'un *Teucrium* de l'Ariège, intermédiaire entre les *T. pyrenaicum* et *montanum*; c'est le *T. Contejeani* (*T. montano-pyrenaicum* Contejan ?). Selon M. Giraudias ce *Teucrium* est certainement un produit hybride des deux espèces dont il se rapproche par l'ensemble de ses caractères.

(1) Loc. cit., p. 7.
(2) P.-A. Genty : *Geleopsis Reichenbachii Reuter* (Scrin. flor. select., 1889, p. 150).
(3) D. Clos : *Le Stachys ambigua Sm. est-il espèce, variété ou hybride?* (Bull. Soc. bot. Fr., 1889, p. 66).
(4) Loc. cit., 1888, p. 61.

Globulariées.

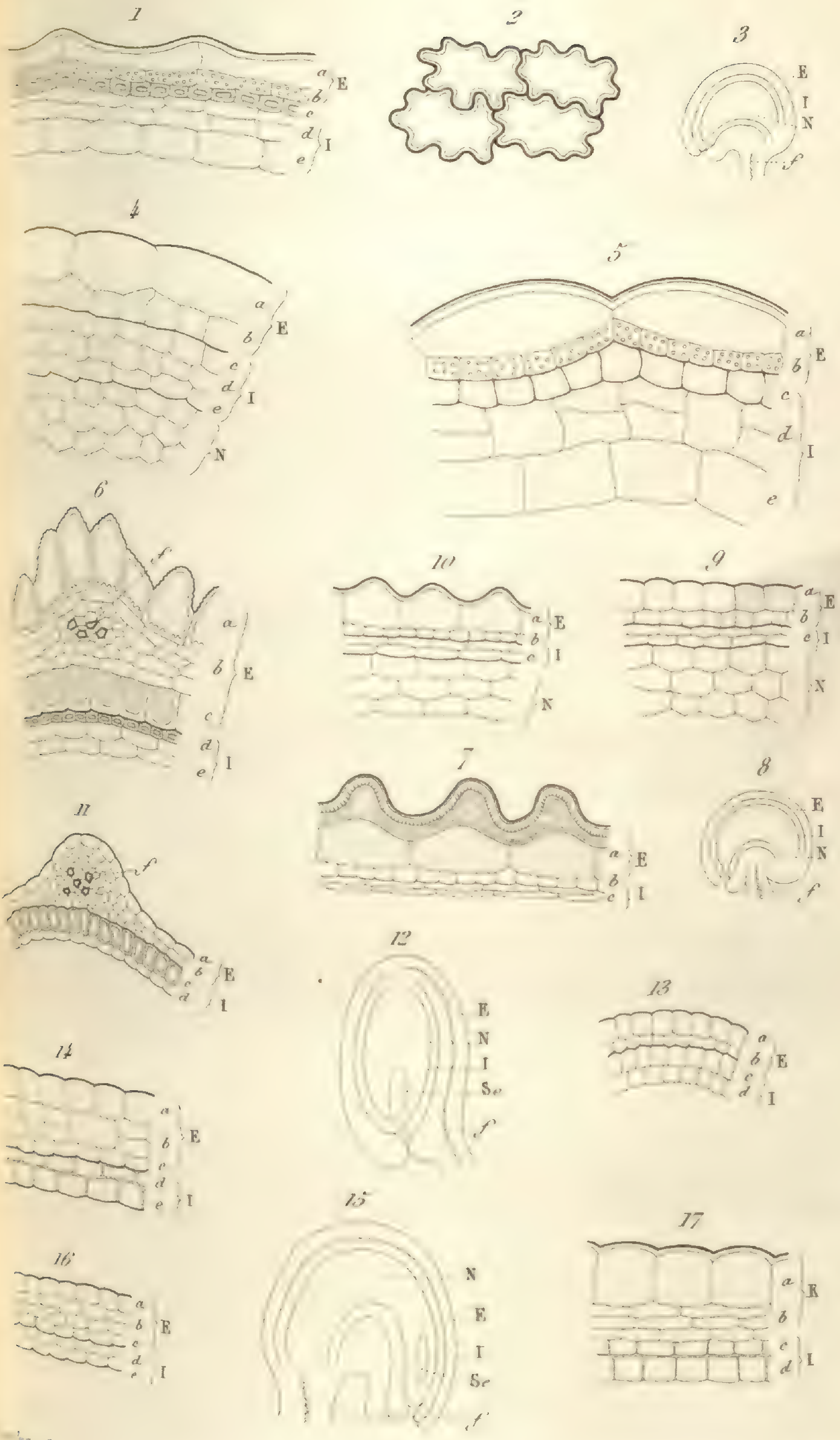
Dans le même travail M. Giraudias (1) donne les diagnoses de deux autres hybrides nouveaux, les *Globularia Galissieri* (*G. nana-Wilkommii*) et *G. Fuxcensis* (*G. nana-nudicaulis*).

Le premier, selon M. Galissier (2) qui l'a découvert et à qui il est dédié, a été rencontré assez abondamment dans plusieurs localités de l'arrondissement de Foix, toujours dans le voisinage immédiat du *G. nana* et à proximité du *Wilkommii*. Au contraire, on ne le trouve jamais dans les localités où abonde l'une des deux espèces génératrices, à l'exclusion de l'autre. Des observations analogues ont été faites à propos du *G. Fuxcensis*.

(*A suivre.*) A. Masclef.

(1) Loc. cit., 1888, p. 16 et 17.

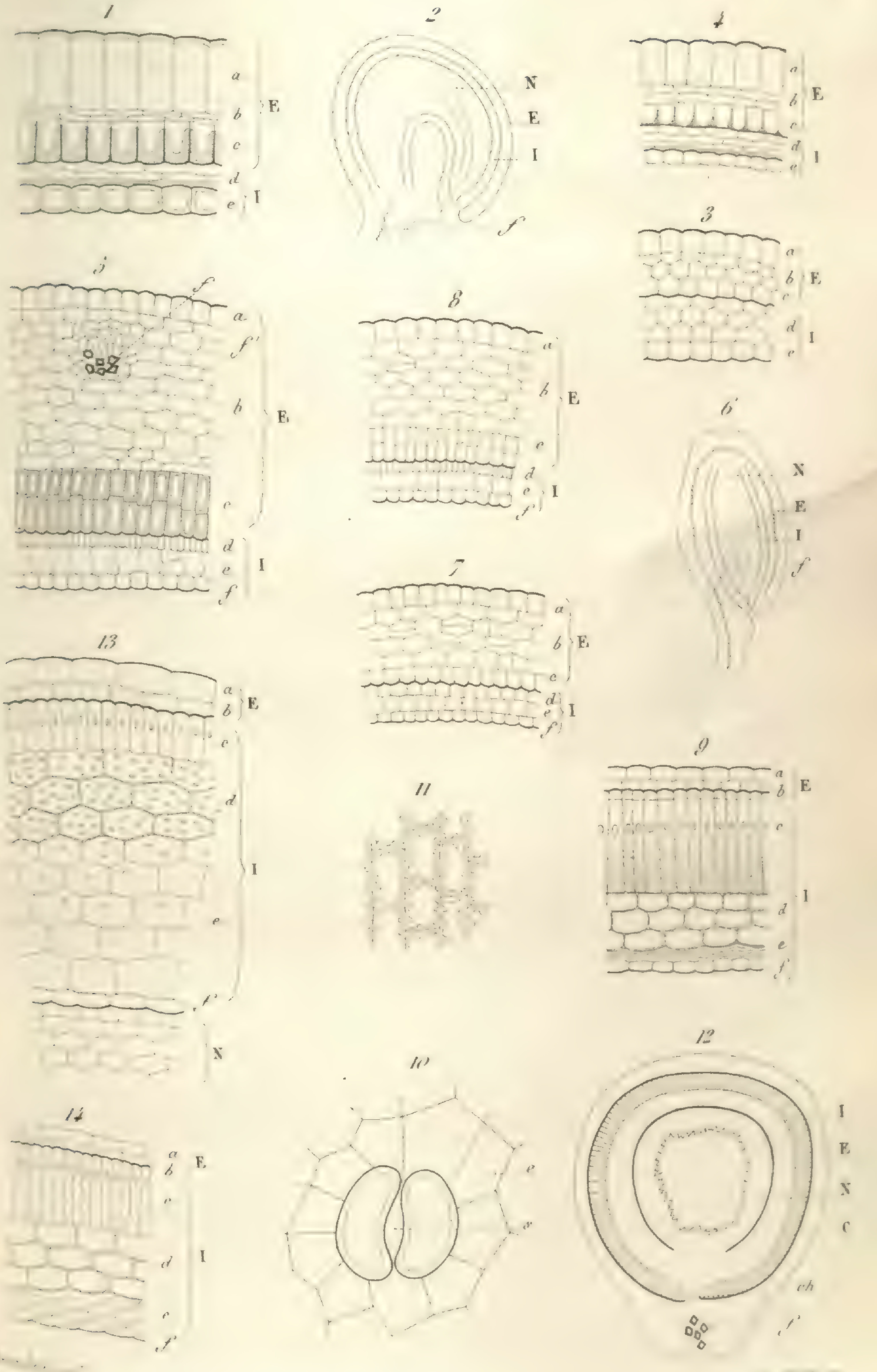
(2) Galissier : *Globularia Galissieri Giraudias* (*G. nana-Wilkommii*). — *Globularia Fuxcensis Giraudias* (*G. nana-nudicaulis*) (Soc. bot. Rochel., 1889, p. 46).



…ha del.

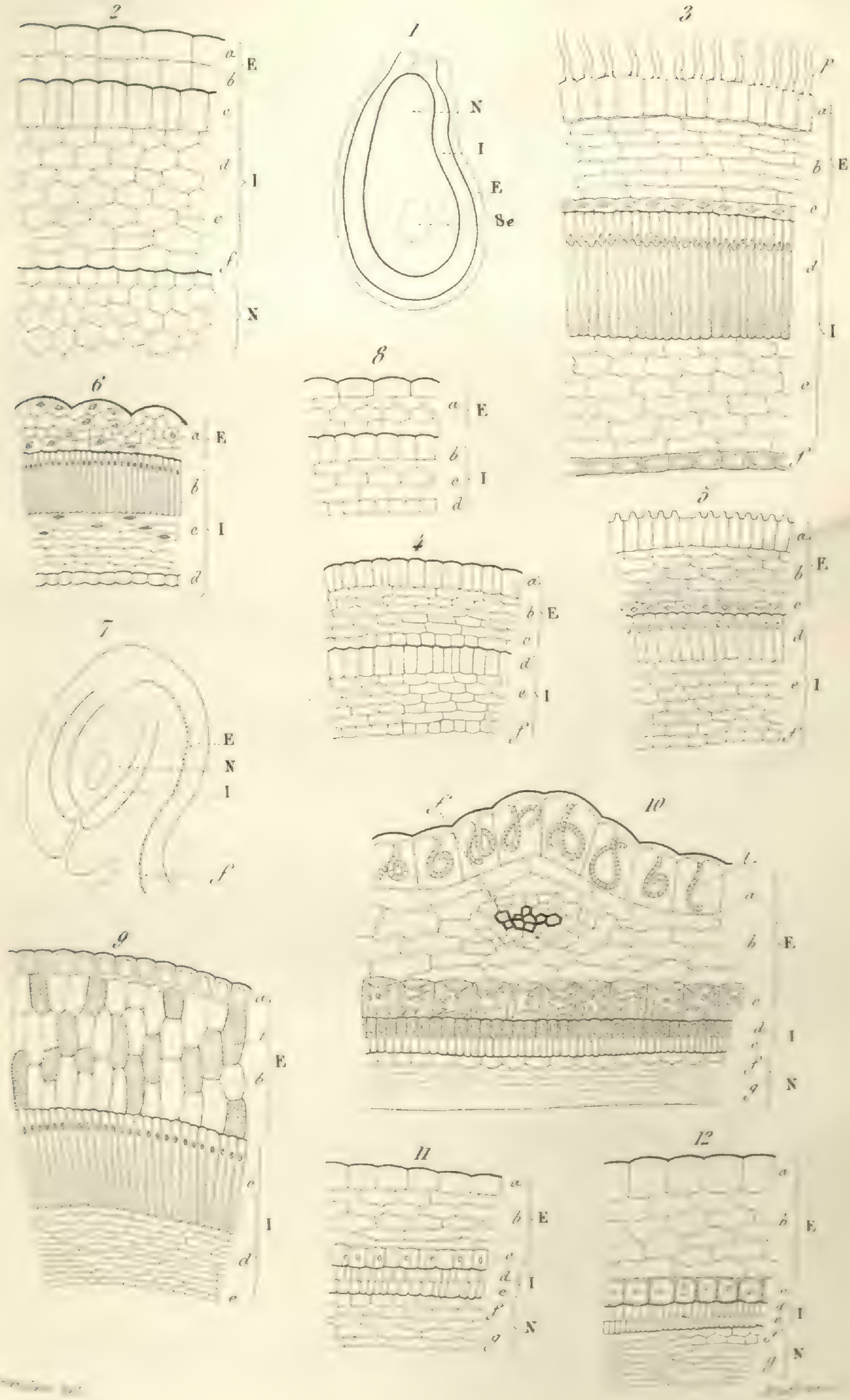
Papaveracées. suite (1-6). Portulacées (7-10). Hypéricinées (11-13).
Fumariacées (14-17).

Imp. Bry. Paris.



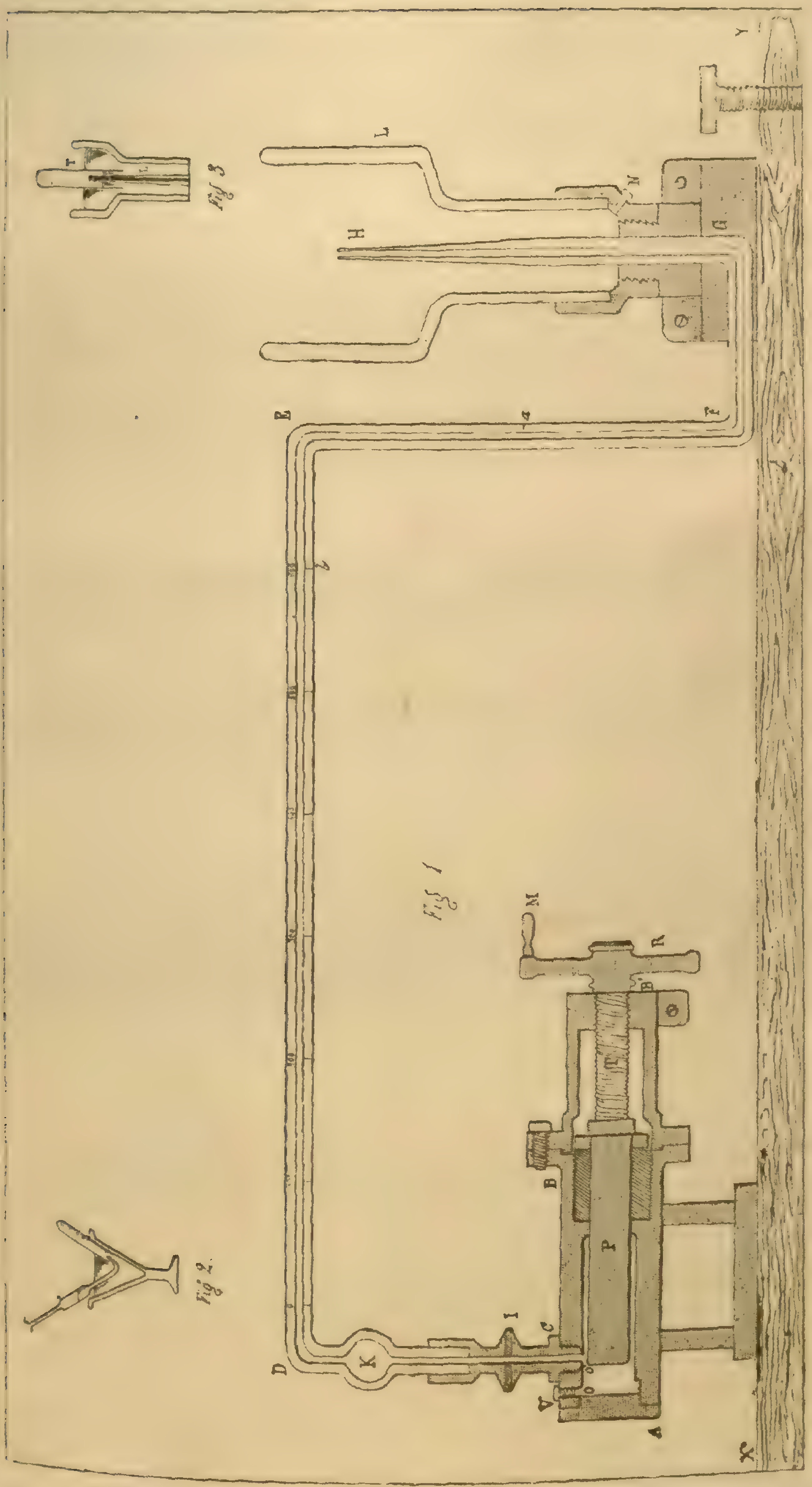
Crucifères (1-4). Ampélidées (5-8). Malvacées (9-14).

Imp. Bry. Paris.



Malvacées, suite (1-5). Tiliacées (6-8).
Sterculiacées (9). Lythrariées (10-12).

Imp. Bry Paris



Appareil à analyses de MM. G. Bonnier et L. Mangin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Ecoles, à Paris.

VIENT DE PARAITRE :

TRAITÉ
DES
ARBRES ET ARBRISSEAUX
FORESTIERS, INDUSTRIELS ET D'ORNEMENT

Cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France

DONNANT LA DESCRIPTION ET L'UTILISATION D'ENVIRON 1800 ESPÈCES ET 1000 VARIÉTÉS

Par P. MOUILLEFERT

Professeur de sylviculture à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

AVEC UN ATLAS CONTENANT 232 PLANCHES INÉDITES DONT 32 COLORIÉES

« Mon plan, peut être ainsi résumé : il consiste à entreprendre d'exposer l'histoire succincte de tous les principaux arbres, indigènes ou exotiques, que l'on trouve actuellement en Europe, soit dans les forêts, soit dans les collections dendrologiques, soit dans les parcs ou jardins publics ; je parlerai aussi de ceux que l'on rencontre le plus communément dans les orangeries et dans les serres ; en un mot de tous ceux que l'on cultive au triple point de vue : forestier, industriel et ornemental ; c'est-à dire d'environ 1800 à 1900 espèces botaniques et 800 a 900 variétés.

« Avant d'entrer en plein dans mon sujet, j'ai cru devoir commencer par donner quelques notions de Botanique spécialement affectées à l'étude des Arbres.

« Quant à l'histoire des Arbres dont il sera question, elle comprendra quatre parties principales : La première : ce qui concerne la patrie, l'origine et l'aire géographique de l'espèce décrite. La deuxième : les principaux caractères botaniques qui distinguent l'arbre étudié. La troisième partie comprendra les conditions d'existence de l'arbre, c'est-à-dire les sols et les milieux qui lui conviennent, les moyens de reproduction et d'extension dont il dispose. Enfin, dans la quatrième partie j'indiquerai la nature des produits, bois, fruit, écorce, etc., utilisables. J'indiquerai aussi le parti que l'on peut tirer de l'espèce étudiée, au point de vue forestier, ornemental et industriel.

« Je n'ai pas, il va sans dire, la prétention de faire une œuvre parfaite du premier coup ; mon travail contiendra certainement des omissions et même des erreurs inévitables dans un sujet aussi vaste ; mais l'essentiel était de commencer à faire « *quelque chose* », de faire un large cadre, ou de mettre l'édifice debout ; les tirages complémentaires ainsi que les éditions qui pourront survenir combleront peu à peu les vides, tout en améliorant l'œuvre ; aussi dans ce but je recevrai toujours avec reconnaissance les observations que mes lecteurs voudront bien me présenter.

« P. MOUILLEFERT. »

MODE ET CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le **Traité des arbres et arbrisseaux** formera un volume de texte de 1000 à 1100 pages et un atlas de 232 planches du format in-8°.

L'ouvrage sera publié en 33 livraisons, chacune de 32 pages de texte, la 1re avec 8 planches noires d'éléments de la botanique des arbres, la deuxième avec 3 planches noires d'éléments de botanique, 3 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée, les suivantes avec 6 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée dans le genre de celles de l'Atlas Masclef.

Il paraîtra deux livraisons par mois

Prix de chaque livraison : 1 fr. 25.

Les trois premières livraisons sont en vente.

En envoyant à l'éditeur, *d'avance et en une fois*, la somme de **40 francs**, on recevra l'ouvrage entier, port compris, au fur et à mesure de l'apparition des fascicules, y compris deux cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Le prix de ces deux cartons pour les acheteurs à la livraison est de 2 fr. chacun. Aussitôt l'ouvrage achevé, le prix en sera porté à 50 francs.

CORBEIL. — Imprimerie CRÉTÉ.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 avril 1891

N° 28

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1891

Pages

I. — UNE MALADIE DES GREFFES-BOUTURES, par **M. Pierre Viala** (avec figures dans le texte)........................ 145

II. — DÉVELOPPEMENT DES TÉGUMENTS DE LA GRAINE (avec planches), par **M. Marcel Brandza** (*suite*).......... 150

III. — SUR LA PERFORATION DES TUBERCULES DE POMME DE TERRE PAR LES RHIZOMES DU CHIENDENT, par **M. A. Prunet** (avec figures dans le texte).................... 168

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS publiés en 1889 et en 1890 (avec figures dans le texte), par **M. J. Costantin**.. 176

V. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA CLASSIFICATION ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE publiés en 1888 et 1889, par **M. A. Masclef** (*suite*).................................... 189

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 9. — *Développement du tégument des graines (Lythrariées, Aristolochiées, Magnoliacées, Caprifoliacées).*

Cette livraison renferme en outre 11 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

UNE MALADIE DES GREFFES-BOUTURES

Par M. Pierre VIALA

Les pépiniéristes-viticulteurs du midi et du sud-ouest de la France ont soumis à notre examen, pendant ces dernières années, une altération qui se manifeste sur les greffes-boutures mises en stratification dans le sable, et qui produit des dégâts assez importants.

Les sarments des vignes américaines, qui forment le porte-greffe, sont, aux mois de février, mars et avril, greffés dans des ateliers spéciaux, avec les rameaux aoûtés des cépages français. Comme la mise en place en pépinière n'est effectuée qu'aux mois d'avril ou de mai, les greffes-boutures sont conservées pendant une période de temps variable, de un mois à un mois et demi, dans des sables siliceux plus ou moins secs. Les greffes-boutures sont ainsi maintenues dans un milieu peu aéré, à température assez fixe, et le plus généralement aux expositions du nord. La chaleur n'est pas suffisante dans le sable pour provoquer la poussée des racines ou des bourgeons. La stratification est d'ailleurs faite dans le but d'empêcher tout départ de végétation ; elle facilite l'opération pratique du greffage dans les ateliers où l'on fait les greffes-boutures par millions.

La greffe en fente pleine et la greffe en fente anglaise sont employées par les pépiniéristes. Dans le premier système, le rameau porte-greffe est fendu au centre, le rameau greffon est taillé en biseau sur deux faces et inséré dans la fente du sujet que l'on ligature au raphia. Dans la greffe en fente anglaise, le greffon et le sujet, coupés en bec de flûte, sont fendus sur le

biseau sur une faible profondeur; les deux languettes du greffon et du porte-greffe sont insérées dans les fentes correspondantes du porte-greffe et du greffon; la ligature se fait aussi au raphia. Les greffes-boutures ainsi préparées sont réunies en paquets de 25 à 100 et enfouies dans le sable qui les recouvre sur une assez grande épaisseur.

C'est sur les greffes-boutures stratifiées dans le sable dans ces conditions que s'est produite l'altération. Sur le niveau des languettes et des fentes se développent des nodules (fig. 19 et 20, A et B) noirs, durs, irrégulièrement mamelonnés, tangents ou isolés, rugueux. Ils ont une hauteur et une épaisseur de 2 à 4 millimètres et une longueur variable qui atteint parfois la plus grande partie de la longueur du biseau lorsque les nodules sont tangents.

Ces nodules sont des sclérotes. Ils sont formés, à l'intérieur, par un pseudoparenchyme d'un blanc hyalin, à membranes cellulosiques très épaisses. Leur écorce est constituée par une couche assez régulière de cellules à membrane noire et très consistante.

Les nodules s'engagent par leur base amincie entre les languettes des greffes-boutures; ils y forment des lames continues qui s'épaississent. Le pseudoparenchyme se développe surtout dans la région de la couche génératrice où il émet des groupes de filaments qui forment le plus souvent un tissu continu (fig. 21, C, *a*), mais qui sont aussi parfois associés en petit nombre. Ils ne pénètrent jamais les rayons médullaires du bois ni les autres tissus parenchymateux de la plante, comme le font les mycelia des vrais parasites de la vigne (Pourridié, Black Rot, Mildiou, Anthracnose); ils s'engagent seulement par pression sur une faible profondeur dans les tissus de la couche génératrice et du liber qui sont, à l'état de vie latente, gorgés de matières nutritives.

Les greffes-boutures ainsi attaquées par le champignon sont inutilisables, car la soudure ne se produit pas. Elles se dessèchent dans le sable lorsque les sclérotes grossissent par points isolés (fig. 19, A) entre les languettes du greffon et du sujet; il

se produit dans ce cas des vides par séparation des surfaces de contact, malgré la ligature de raphia ; l'air circule, dessèche les tissus, la cicatrisation et la soudure n'ont pas lieu. Le porte-greffe peut s'enraciner lorsque l'on met la greffe-bouture en pépinière, mais les rameaux du greffon ne poussent pas ou s'étiolent rapidement.

Les nodules noirs d'un assez grand nombre d'échantillons

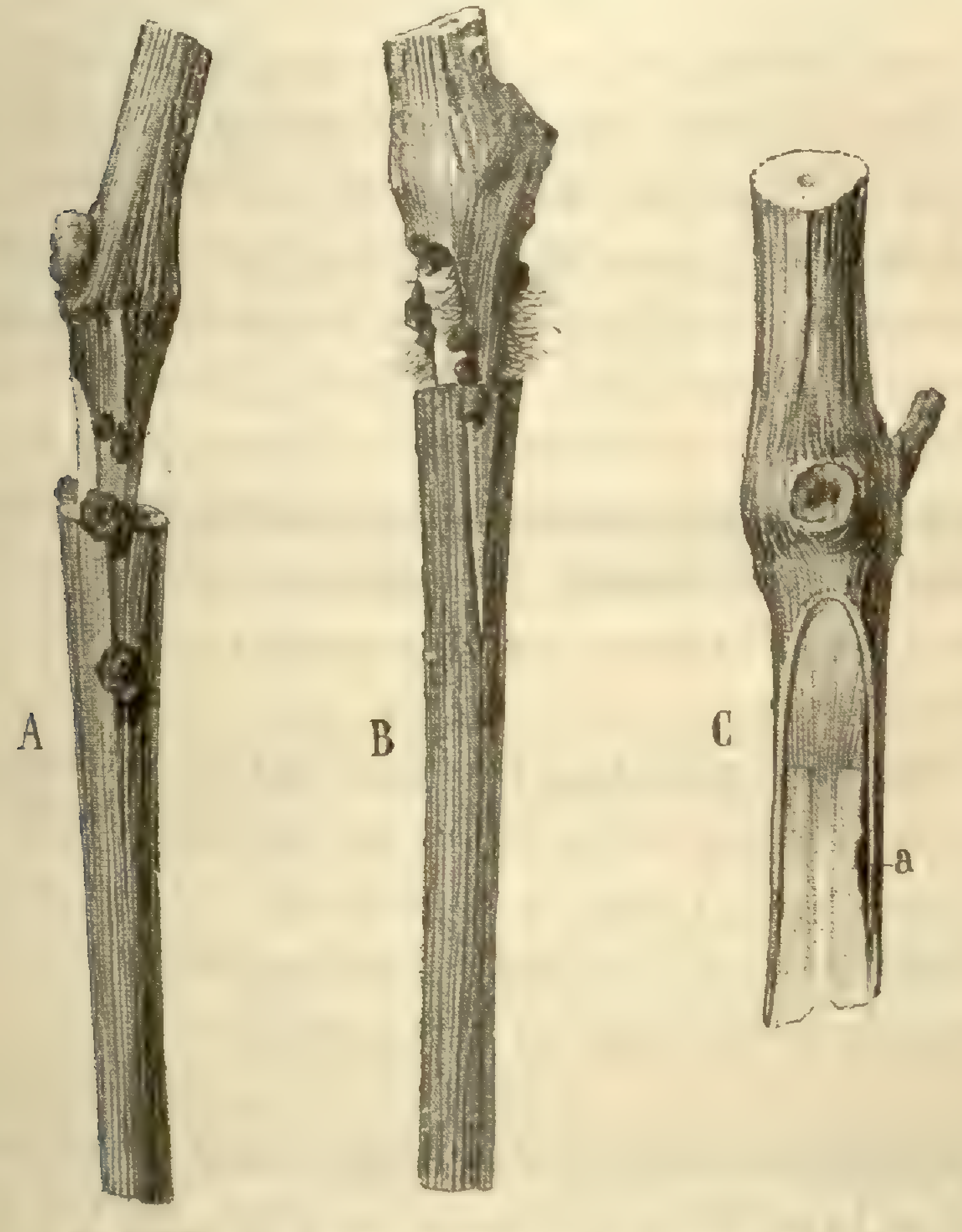


Fig. 19 à 21. — A. Greffe en fente pleine avec sclérotes de *S. Fuckeliana* sur le greffon et dans la fente du biseau du porte-greffe ; — B. Greffe en fente pleine avec sclérotes et conidiophores de *Scl. Fuckeliana* ; — C. Greffon avec fragment de sclérote, *a*, de *Scl. Fuckeliana* engagé dans la région de la couche génératrice.

étaient peu proéminents à l'extérieur ou n'étaient indiqués que par une traînée noire presque continue sur les lignes des points de contact (fig. 21, C). Les sclérotes reliaient le greffon et le sujet comme un mastic adhérent ; il semblait qu'il y avait eu commencement de soudure pendant la stratification et que les greffes étaient, à première vue, dans d'excellentes conditions

de reprise. Nous avons mis ces greffes-boutures en pépinière et, au bout d'un mois et demi ou de deux mois, le greffon qui avait émis des rameaux s'étiolait et se desséchait. Nous n'avons cependant pas observé un plus grand développement des sclérotes pendant que les plantes étaient revenues à la vie active, après leur plantation en pépinière.

Dans le cas de quelques greffes-boutures qui n'avaient que quelques rares sclérotes peu étendus, la soudure et l'enracinement se produisaient après plantation et les sclérotes se desséchaient. Les sclérotes ne se développent donc que sur les plantes qui ne sont pas en végétation. Nous avons d'ailleurs cherché à inoculer, sans succès, les spores du champignon sur des sarments de l'année et sur des rameaux de l'année précédente attenant aux souches de vigne en pleine végétation.

Les sclérotes, mis en culture pour déterminer le champignon qui les produisait, ont donné, les uns des filaments conidifères (fig. 20, B) (*Botrytis cinerea*), les autres des pezizes de *Sclerotinia Fuckeliana*, certains les deux organes de reproduction du *Sclerotinia Fuckeliana*.

Le *S. Fuckeliana* est très fréquent sur les divers organes de la vigne, surtout sur les fruits et les sarments, mais il n'y vit généralement qu'à l'état de saprophyte (1). La maladie des greffes-boutures peut être considérée comme un cas intermédiaire entre le parasitisme et le saprophytisme.

Cette maladie a produit des dégâts assez importants dans le sud-ouest et le midi de la France en 1888, 1889 et 1890. C'est par milliers que l'on a compté les greffes-boutures perdues à la suite du développement du *S. Fuckeliana* sur les greffes-boutures stratifiées dans le sable, soit pendant leur stratification, soit après leur mise en place en pépinière.

La formation des sclérotes du *S. Fuckeliana* ne se produit, sur les greffes-boutures stratifiées, ainsi que nous l'a démontré l'enquête que nous avons faite, que dans les sables frais, qui ont été

(1) P. Viala : *Les maladies de la vigne*, 1887, pp. 391-394.

employés pour la stratification, pendant plusieurs années successives, sans être aérés. Les sables doivent être brassés chaque année pendant l'été et exposés au soleil de façon à les dessécher complètement. On doit éviter de les laisser en place sans les remuer. Les pépiniéristes qui ont, sur notre conseil, aéré et desséché au soleil pendant l'été les sables employés pour la stratification n'ont pas observé les mêmes accidents les années suivantes.

DÉVELOPPEMENT

DES

TÉGUMENTS DE LA GRAINE

Par M. Marcel BRANDZA (*Suite*).

DEUXIÈME PARTIE

GRAINES PROVENANT D'OVULES A UN SEUL TÉGUMENT

Dans la grande majorité des Gamopétales et des Apétales ainsi que dans quelques Dialypétales, les ovules sont, comme on sait, pourvus d'un seul tégument.

Dans ce cas, les enveloppes de la graine proviennent de ce tégument ou quelquefois même de ce tégument et du nucelle.

Lorsque le tégument de la graine provient seulement de l'enveloppe ovulaire, cette dernière ne se retrouve pas toujours tout entière dans la graine ; quelques-unes de ses parties peuvent disparaître et, chose très curieuse, ce ne sont pas forcément les assises les plus profondes qui disparaissent, mais, très souvent, les assises parenchymateuses moyennes qui sont, en quelque sorte, résorbées par l'épiderme interne du tégument.

Quelquefois (Linées, Composées, Rhamnées), les assises les plus externes du nucelle, et, plus rarement, certaines des assises plus profondes de ce dernier, contribuent à la formation des couches les plus internes du tégument.

Nous aurons donc, dans cette partie de notre travail, à considérer trois cas, suivant que les enveloppes de la graine proviennent de tout le tégument ovulaire, d'une partie seulement de ce dernier, ou bien à la fois de ce tégument et du nucelle. Nous ferons autant de chapitres distincts.

CHAPITRE I

LE TÉGUMENT DE LA GRAINE PROVIENT DE TOUTE L'ENVELOPPE OVULAIRE.

Les enveloppes séminales d'un grand nombre de familles offrent une structure des plus simples. Il nous semble inutile, pour le but que nous poursuivons, d'entrer dans trop de détails. Contentons-nous de quelques considérations d'ensemble sur la structure et le développement des téguments des graines des plantes de ces familles.

Dans quelques-unes de ces graines (Quercinées, Juglandées, Solanées, Borraginées, quelques Oléinées, quelques Renonculacées), le tégument se compose d'un simple parenchyme, dont le nombre des assises est variable, compris entre deux épidermes. Leurs ovules montrent dans leur unique tégument, de même que dans l'enveloppe de la graine, un parenchyme et deux épidermes. Le plus souvent, du moins pour les graines provenant de fruits déhiscents, l'épiderme externe du tégument se différencie en couche protectrice (*Ranunculus*, *Thalictrum*, *Hepatica*, *Datura*, *Solanum*, *Borrago*, *Echium*, etc.).

Dans d'autres graines (Labiées, Chénopodées, Polygonées, Alismacées, Bétulinées), les enveloppes séminales restent tout entières membraneuses sans que l'on puisse leur distinguer un épiderme externe ou interne. Dans ce cas, les graines demeurent renfermées dans l'ovaire, dont les parois lignifiées remplissent le rôle protecteur.

CHAPITRE II

LE TÉGUMENT DE LA GRAINE PROVIENT D'UNE PARTIE SEULEMENT DE L'ENVELOPPE DE L'OVULE.

Dans beaucoup de graines, toute l'enveloppe ovulaire ne se retrouve pas à la maturité. Dans la grande majorité des cas (Caprifoliacées, Loasées, Tropéolées, Rubiacées, Ombellifères, Dipsacées, Campanulacées, certaines Aroïdées), les assises internes du tégument ovulaire sont celles qui disparaissent à la maturité; quelquefois (Balsaminées, Polémoniacées, Plantaginées), les assises parenchymateuses moyennes sont digérées en tout ou en partie. L'épiderme interne subsiste. Nous allons passer en revue les plus importantes de ces différentes familles.

Caprifoliacées.

Malgré les dissemblances qu'on constate au premier examen entre les téguments séminaux des graines appartenant à cette famille, il nous a été possible, guidés par le développement, de reconnaître que ces différences ne sont qu'apparentes. Si dans quelques graines (*Symphoricarpos*) les téguments se présentent très compliqués, et dans d'autres (*Sambucus*, *Lonicera*, *Viburnum*) paraissent, au contraire, très simples, c'est tout simplement parce que dans les premières les couches les plus internes du péricarpe sont prises, au premier abord, comme faisant partie des téguments.

Symphoricarpos racemosus. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 9, fig. 16). — Le nombre des couches qui entrent dans la constitution des enveloppes séminales de cette graine est de trois.

A l'extérieur est un épiderme (*a*) constitué de cellules cubiques. Les parois de ces cellules sont tellement lignifiées que les cavités cellulaires disparaissent presque complètement.

Au-dessous on trouve une assise de cellules prismatiques (*b*), à parois minces et colorées en jaune.

La troisième couche (*c*) est formée par une succession de trois ou quatre assises parenchymateuses, dont les plus internes sont très aplaties.

Sur une coupe transversale de la graine (pl. 9, fig. 17), on voit que le long du raphé ainsi que sur le côté opposé de la graine, le parenchyme du tégument prend un développement plus considérable, en logeant de chaque côté un faisceau vasculaire (*f'*).

Telle est la composition des téguments séminaux de cette graine, mais M. Godfrin (1) avait décrit au-dessus de ces trois couches encore trois autres qui, prises de l'extérieur vers l'intérieur, sont les suivantes : d'abord un épiderme à cellules lignifiées, ensuite une couche formée de plusieurs assises de fibres disposées longitudinalement, enfin, une seconde assise fibreuse à éléments disposés transversalement.

Or, ces trois couches ne sont autre chose que l'endocarpe de l'ovaire. En effet, si on extrait les graines des baies de cette plante, on voit que l'endocarpe adhère parfaitement sur les enveloppes séminales, à la maturité. De plus, le mésocarpe, qui ici est mou et succulent, se résorbe à la maturité.

2° *Développement des téguments.* — L'unique tégument des ovules renversés de *Symphoricarpos* présente un grand développement. Le nucelle, au contraire, reste extrêmement réduit (pl. 9, fig. 18).

L'enveloppe ovulaire se compose d'un épiderme dont les cellules, au commencement allongées tangentiellement, se divisent pour former les cellules cubiques de l'épiderme de la graine.

L'épiderme interne du tégument ainsi qu'une bonne partie du parenchyme sont digérés progressivement par l'albumen, si bien qu'à la maturité il n'en subsiste plus que les quatre assises externes.

Le faisceau vasculaire (*f'*) monte le long du raphé, puis arrivé

(1) Godfrin : *loc. cit.*, p. 97 et suiv.

à la chalaze il se recourbe et descend par le côté opposé jusqu'au micropyle. Aucune branche latérale n'est émise pendant ce trajet.

Dans d'autres graines de Caprifoliacées les téguments se présentent avec les mêmes caractères. Dans le *Lonicera Xylosteum* (pl. 9, fig. 19), par exemple, le nombre des couches est le même. L'épiderme externe de cette graine a ses cellules fortement lignifiées, comme précédemment. Sur leurs parois inférieures on remarque des stries. Une cuticule continue s'étend à la surface de l'épiderme.

Le *Sambucus racemosa* et le *Viburnum Opulus* ne s'écartent pas beaucoup par leur structure des graines précédentes. Leur épiderme externe est toujours lignifié, mais la résorption du parenchyme s'étend jusqu'à l'assise sous-épidermique.

En résumé, les téguments séminaux ont une structure homogène dans la famille des Caprifoliacées et proviennent des assises les plus externes de l'unique tégument ovulaire.

Loasées.

Microsperma Lindleus. — Les graines de cette plante ont une teinte d'un noir bleuâtre et sont pourvues d'ailes latérales. Leur tégument se compose :

1° D'un épiderme externe formé de petites cellules tabulaires dont la paroi externe est fortement cutinisée. Sur cette paroi on remarque quelques petits prolongements cutineux. Ces cellules vues de face sont polygonales et montrent chacune sur un fond grisâtre quelques points brillants qui ne sont autre chose que les prolongements de la cuticule. La coloration bleuâtre des cellules est due à une substance solide qui remplit leurs cavités ;

2° D'un parenchyme comptant trois ou quatre assises.

Le tégument ovulaire est très épais et pourvu d'un faisceau qui ne va que jusqu'à la chalaze. Ses assises internes disparaissent pendant le développement.

Dans les graines de *Blumenbachia* (*B. insignis*) et *Loasa* (*L. bryonæfolia*), la résorption des assises parenchymateuses va

jusqu'aux cellules épidermiques, dont les parois latérales, fortement épaissies, forment un réseau à la surface de la graine.

Polémoniacées.

Cobæa scandens. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 10, fig. 1). — Les graines appartenant à cette plante sont aplaties; leur surface coriace est couverte de petites écailles blanchâtres. Après un séjour prolongé dans l'eau, les graines se couvrent d'un mucilage abondant. Nous verrons tout à l'heure à quoi tient cette propriété.

Une coupe transversale des téguments laisse découvrir quatre couches.

La première (*a*) est formée de cellules à formes irrégulières, allongées en papilles et pourvues de striations sur leurs parois. M. Klebs (1) a démontré que, sous l'action de l'eau, les parois de ces cellules se séparent suivant les striations qu'on voit à la surface, à la manière d'un fil qu'on déroulerait sur une bobine. Un séjour plus prolongé dans l'eau détermine la gélification complète de ce filament.

La seconde couche (*b*) est formée de trois à quatre assises de cellules à parois complètement lignifiées. C'est dans cette couche, qu'on peut considérer comme protectrice, que se trouvent placés les faisceaux.

La couche suivante est un parenchyme (*c*) composé de plusieurs assises à parois minces, mais dont le nombre ne peut être exactement compté, à cause de l'aplatissement des cellules.

Le tégument se termine par un épiderme interne (*d*) formé d'une rangée de cellules allongées radialement. Tandis que les parois externes et latérales de ces cellules restent minces et se plissent légèrement, les parois internes, celles qui touchent à l'albumen, s'épaississent.

2° *Développement des téguments* (pl. 10, fig. 3). — Dans chaque loge ovarienne de *Cobæa*, les ovules, à moitié recourbés

(1) Klebs : *loc. cit.*

(pl. 10, fig. 2), sont placés sur deux rangées qui ne sont pas exactement en face l'une de l'autre.

Il résulte de cette disposition que, pendant le développement, les ovules s'imbriqueront tout en s'aplatissant.

Si on prend un ovule jeune peu de temps après la fécondation, on voit que sa forme est, en coupe transversale, losangique (pl. 10, fig. 2). A cet état, on peut reconnaître que son unique tégument (E) forme, à lui seul, presque toute la masse ovulaire; le nucelle (N) est réduit à quelques assises de cellules au milieu desquelles on aperçoit le sac embryonnaire (S *e*).

Les cellules qui forment le parenchyme du tégument sont arrondies ou irrégulières, et ce n'est que l'assise la plus profonde du tégument (*e*), celle qui touche au nucelle, qui s'accentue par les dimensions plus considérables de ses cellules ainsi que par leur forme régulière. Un contenu protoplasmique plus abondant que dans les autres assises donne à l'épiderme interne du tégument une coloration plus intense.

L'épiderme externe (*a*) du tégument produit, par l'allongement radial de ces cellules, les papilles que nous avons trouvées à la surface de la graine.

Les trois ou quatre assises externes du parenchyme (*b*) s'agrandissent d'abord et ensuite se lignifient pour former la seconde couche du tégument mûr.

Pendant que cette lignification s'opère, et en même temps que l'albumen et l'embryon de la graine s'accroissent, on remarque que l'assise épidermique interne du tégument multiplie ses cellules par des cloisons radiales et suit de près le développement des parties internes de la graine. En même temps les assises parenchymateuses internes perdent leurs réserves, puis s'aplatissent énormément pour constituer la troisième couche du tégument. La digestion partielle de ces assises peut être considérée comme due à la couche la plus profonde du tégument. Nous verrons que ce phénomène se reproduit avec une intensité encore plus grande dans d'autres familles.

Balsaminées.

Impatiens Balsamina. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 10, fig. 4). Les graines de cette plante montrent dans la constitution de leurs téguments les quatre couches suivantes :

1° Un épiderme externe (*a*) qui contient des corpuscules spéciaux, caractérisant cette espèce ;

2° Un parenchyme à raphides (*b*) ;

3° Une série d'assises complètement écrasées (*c*) ;

4° Un épiderme (*d*) interne à cellules tabulaires entourant étroitement l'embryon.

Occupons-nous avec plus de détails de chacune de ces quatre couches.

L'épiderme externe (*a*) est formé de cellules irrégulières à contours sinueux. De distance en distance, on remarque dans cet épiderme des sortes de corpuscules, véritables poils globuleux et pluricellulaires, d'une structure assez particulière.

Pour nous rendre compte de la conformation de ces corpuscules, observons-les d'abord de face, sur un lambeau d'épiderme qu'on a traité avec du vert d'iode et du carmin aluné. On voit alors qu'entre les cellules sinueuses de l'épiderme (pl. 10, fig. 5), proéminent, çà et là, de petites sphères. Chacune d'elles a l'aspect d'une petite étoile à quatre, cinq ou six branches, ou davantage, simples ou bifurquées, partant toutes d'un point central qui occupe le sommet de la sphère, et aboutissant à un cercle périphérique. Les branches de l'étoile, ainsi que ce cercle, sont lignifiés et le vert d'iode les colore. La base du cercle est entourée par autant de cellules qu'il y a de branches dans l'étoile. Quelquefois, on voit deux ou trois de ces corpuscules se réunir ensemble.

Les coupes transversales de la graine (pl. 10, fig. 4) permettent encore mieux de se rendre compte de la disposition des différentes parties qui forment les corpuscules. Chacun d'eux se compose de deux parties : une basilaire cubique englobée entre deux cellules épidermiques, et une supérieure sphérique. Un

cercle sinueux lignifié sépare ces deux parties. Des angles internes de ce cercle partent un nombre variable de branches qui aboutissent toutes dans un point placé au sommet de la sphère. Entre deux bandes lignifiées se trouve une membrane cellulosique bombée vers l'extérieur. De plus, dans l'intérieur de la sphère, il y a plusieurs membranes de cellulose qui la divisent en plusieurs compartiments. En somme, on peut considérer ces corpuscules comme des poils globuleux pluri-cellulaires sessiles, dans lesquels il y a des bandes de lignification régulièrement disposées. L'étude du développement va confirmer, d'ailleurs, la nature morphologique que nous assignons à ces organes.

Le parenchyme (*b*) du tégument se compose en moyenne de trois épaisseurs de cellules assez régulières. De distance en distance certaines de ces cellules renferment des paquets de raphides.

Au-dessous de cette couche on rencontre une série d'assises (*c*) complètement aplaties, dans laquelle il est impossible de distinguer les cavités cellulaires.

La dernière couche du tégument est un épiderme (*d*) composé de très petites cellules tabulaires remplies d'aleurone.

2° *Développement des téguments* (pl. 10, fig. 7). — Les ovules d'*Impatiens* sont à moitié renversés et unitégumentés (pl. 10, fig. 7). Ce tégument se compose d'un épiderme externe (*a*), puis d'un parenchyme formé d'un très grand nombre d'assises, et enfin d'un épiderme interne à cellules cubiques contenant un protoplasma abondant.

Les cellules épidermiques externes formeront l'épiderme de la graine. Pendant le développement on observe que quelques-unes des cellules de l'épiderme s'accroissent plus que les autres, puis se divisent en deux par une cloison tangentielle. Le segment inférieur ne se divise plus et forme la partie basilaire du corpuscule ; le segment supérieur se divise à la fois tangentiellement et radialement. Plus tard, suivant certaines lignes, les parois cellulaires se lignifient. C'est ainsi que naît la sphère du corpuscule.

La plus grande partie du parenchyme du tégument ovulaire

disparaît. Ce sont, en effet, les assises les plus profondes qui sont digérées les premières. La résorption va jusqu'aux trois assises les plus externes de ce parenchyme, qui seules subsistent dans la graine.

L'épiderme interne multiplie ses cellules par des cloisons radiales, et, pendant tout le développement, entoure très étroitement l'embryon, en opérant avec ce dernier la digestion du parenchyme.

Les autres espèces d'*Impatiens* que nous avons observées présentent des téguments analogues à ceux de l'*Impatiens Balsamina.* Toutes les différences résident dans l'épiderme externe qui se différencie d'une manière différente d'une espèce à l'autre.

Ainsi dans l'*Impatiens cristata,* l'épiderme de la graine prolonge ses cellules en papilles, à la surface desquelles on observe un réseau d'épaississement.

La même disposition se rencontre dans l'*Impatiens parviflora*, mais ici les papilles sont coniques.

Dans d'autres graines (*I. Ruyleana*) les cellules épidermiques sont cubiques et surmontées chacune d'une petite proéminence arrondie.

Le *Limnanthes Douglasii* ne s'écarte pas des *Impatiens* par le nombre des couches dont les téguments sont formés. Mais comme ici les graines restent renfermées dans l'ovaire qui remplit le rôle protecteur, les parois épidermiques ne s'épaississent pas.

Il en est de même pour les graines de *Corriaria myrtifolia.*

Plantaginées.

Plantago lanceolata. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 10, fig. 8). — Les graines de cette plante sont très caractéristiques par leur forme qui rappelle celle d'une petite nacelle. Plusieurs botanistes, MM. Hofmeister (1), Frank (2) et Godfrin (3), ont déjà étu-

(1) Hofmeister : *Berichte der königlichen sachsischen Gesellschaft der Wissenschaften Matematik und Physik.*

(2) Franck : *Ueber die anatomisches Bedeutung und die Entstehung der vegetabilichen Schleime (Jahrbücher für wirsenschaftliche Botanik*, 1867).

(3) Godfrin : *loc. cit.*, p. 95 et 96.

dié l'anatomie de cette graine, remarquable par la production abondante de mucilage qui se produit lorsqu'on la met dans l'eau.

Les téguments sont très simples; ils sont formés de deux couches dont chacune se compose d'une seule rangée de cellules.

L'externe (*a*), épidermique, est formée de grandes cellules cubiques remplies de mucilage. Si on laisse ces cellules dans l'eau, leur contenu interne se gonfle énormément, puis la cuticule se déchire et le contenu gélatineux s'épanche au dehors.

Pour Hofmeister et Frank, le mucilage résulterait, de même que dans les graines de Lin et de Coing, de l'épaississement de la membrane externe de la cellule, qui remplirait complètement la cavité cellulaire. Nous verrons, en étudiant le développement des téguments de cette graine, que le mucilage a une origine tout autre que celle supposée par ces auteurs.

Au-dessous de l'épiderme on rencontre une rangée de petites cellules tabulaires (*c*) remplies d'une substance solide colorée en brun.

Parmi les différentes espèces de *Plantago* que j'ai étudiées, on peut distinguer deux sortes. Dans les unes (*P. media*, *P. alpina*) les téguments n'ont que deux couches comme dans le *P. lanceolata;* dans d'autres espèces (*P. Psyllium*, *P. amplexicaule*, *P. maritima*), entre ces deux couches on en trouve une troisième formée par deux assises parenchymateuses à cellules très aplaties.

2° *Développement des téguments* (pl. 10, fig. 10). — Les ovules courbés de cette plante (pl. 10, fig. 9) montrent un tégument épais formé d'un parenchyme (*b*) compris entre deux épidermes (*a* et *c*).

L'épiderme externe a ses cellules remplies d'amidon qui se transforme peu à peu en mucilage. L'amidon disparaît progressivement de haut en bas dans chaque cellule épidermique pour faire place au mucilage qui provient de sa transformation. En employant le violet de Hanstein ou bien l'eau iodée, on peut suivre sans peine cette transformation.

Dans le *P. lanceolata*, ainsi que dans d'autres espèces comme *P. Psyllium*, *P. media*, l'amidon disparaît complètement de la

cellule qui alors se trouve tout entière remplie de mucilage. Dans d'autres espèces comme *P. maritima*, on retrouve toujours le tiers inférieur de la cellule rempli d'amidon non transformé.

Après la formation de l'albumen, le nucelle est progressivement digéré et bientôt l'albumen vient toucher l'épiderme interne du tégument. A partir de ce moment, cet épiderme se divise par des cloisons radiales et suit de près le développement des parties internes de la graine. Peu de temps après, la chlorophylle apparaît dans cette couche, qui désormais effectuera, avec l'albumen, la digestion de toutes les assises parenchymateuses jusqu'à l'épiderme externe. Ainsi, à la fin de la maturité, il ne subsiste plus dans la graine, de tout le tégument arillaire, que les deux épidermes.

CHAPITRE III

LES TÉGUMENTS DE LA GRAINE PROVIENNENT DE L'ENVELOPPE OVULAIRE ET DU NUCELLE.

Dans quelques familles (Linées, Composées, Rhamnées), les téguments de la graine sont formés par l'unique enveloppe ovulaire et par certaines assises du nucelle.

Linées.

Malgré le grand nombre de travaux qu'on a publiés sur la graine de Lin, on n'est pas encore d'accord sur la nature du mucilage qu'on rencontre dans les cellules épidermiques de son tégument, et on n'a jamais suivi de près le développement de l'ovule en graine.

1° *Anatomie des téguments* (pl. 10, fig. 11). — Les téguments séminaux de différentes espèces de Lin (*L. usitatissimum, L. perenne, L. grandiflorum*) sont semblables.

D'après tous les auteurs qui se sont occupés de la question, les enveloppes de la graine se composent de cinq couches.

La première est un épiderme constitué d'une seule épaisseur de cellules prismatiques à base pentagonale ou hexagonale. Chacune de ces cellules se trouve couverte d'une cuticule qui sous l'influence de l'eau se déchire et s'enroule en spirale vers l'extérieur. Les cavités de ces cellules sont remplies d'un mucilage abondant qui se colore en jaune avec le chlorure de zinc iodé et en bleu avec le violet de Hanstein. Sous l'influence de l'eau, le mucilage se gonfle, déchire la cuticule et se répand au dehors. Si on laisse séjourner pendant longtemps des graines de lin dans l'alcool dilué, on voit alors sur des coupes transversales des téguments, ou bien sur un lambeau d'épiderme vu de face, que chaque cellule possède un contenu légèrement

brunâtre qui se gonfle par l'eau. Ce contenu n'est autre chose que le mucilage des cellules épidermiques contracté par l'alcool. C'est l'opinion d'Otto Berg, Planchon, de Lanessan et Herlant.

Pour d'autres auteurs, parmi lesquels nous citerons Sempolowski (1), Franck (2), Cramer (3), Hofmeister (4), Kutzing (5), Godfrin (6), le mucilage s'est formé uniquement dans la paroi externe des cellules épidermiques, qui s'est, par cette formation, considérablement épaissie.

En présence de ces deux opinions contraires, l'étude du développement est nécessaire pour trouver la véritable origine du mucilage. Nous la ferons tout à l'heure.

La seconde couche (*b*) du tégument se compose en moyenne de trois assises parenchymateuses plus ou moins aplaties, remplies d'une substance liquide colorée en jaune brunâtre.

La troisième couche (*c*) est formée d'une rangée de cellules à parois fortement lignifiées. C'est cette assise qui donne aux téguments leur dureté habituelle. Sur la coupe transversale, ces cellules se présentent comme de petits prismes fusiformes à cavité très réduite.

M. Godfrin (7) a montré que sur des coupes longitudinales ces cellules sont des éléments fusiformes, mesurant jusqu'à 0mm,30 de longueur, disposés parallèlement au raphé.

La quatrième couche du tégument (*d*) est une succession d'assises parenchymateuses, complètement aplaties.

La dernière couche (*e*) est composée d'une seule rangée de cellules tabulaires très régulières, remplies d'une matière brune. Cette assise entoure étroitement l'albumen.

2° *Développement des téguments* (pl. 10, fig. 13 et 14). — Les ovules de Lin sont unitégumentés et renversés (pl. 10, fig. 12). L'unique tégument est formé de deux épaisseurs de cellules

(1) Sempolowski : *loc. cit.*

(2) Franck : *Ueber die natomische Bedeutung und die Entstehung der vegetabilischen Schleime* (*Jarbücher für wissenschaftliche Botanik*, 1867).

(3) Cramer : *Pflanzenphysiologische Untersuchungen*. Zurich, 1855.

(4) Hofmeister : *Berichte der königlichen sachsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Matematik und Physik.*

(5) Kutzing : *Grundzüge der philosophischen Botanik.*

(6) Godfrin : *loc. cit.*

(7) Godfrin : *loc. cit.* p. 94.

dont les externes sont plus grandes. Le raphé est traversé par le faisceau vasculaire qui s'arrête à la chalaze. Au-dessous de ce tégument, on trouve la nucelle qui montre à l'extérieur un épiderme à cellules prismatiques et un parenchyme à cellules irrégulières. La dernière assise de ce parenchyme, celle qui touche au sac embryonnaire, a, par contre, ses cellules très régulières et à parois plus résistantes que celles des autres assises. Sur une coupe longitudinale, on voit que le sac embryonnaire est très large et disposé suivant le grand axe de l'ovule.

Voyons maintenant les modifications de ces différentes parties pendant la transformation de l'ovule en graine.

L'épiderme externe du tégument ovulaire forme l'épiderme de la graine. Ses cellules sont, même à partir de leur état le plus jeune, complètement remplies d'amidon qui disparaît progressivement de haut en bas pour faire place au mucilage. On peut suivre pas à pas cette transformation qui montre clairement que le mucilage ne provient pas de la gélification de la membrane cellulaire externe qui se serait préalablement épaissie, mais qu'il est dû à la transformation directe de l'amidon. Le contenu seul de la cellule se modifie, la paroi cellulaire externe ne subit, au contraire, aucun changement. Cette transformation de l'amidon en mucilage se trouve d'ailleurs confirmée par les observations de M. Trécul (1), qui a signalé un phénomène analogue dans les tiges des Malvacées, Cactées Tiliacées, Sterculiacées et Orchidées.

La couche interne du tégument de l'ovule prend de nombreuses cloisons radiales et tangentielles et forme le parenchyme externe du tégument adulte. Le contenu amylacé de ces cellules disparaît pour faire place à la matière brune qui les remplit. L'épiderme du nucelle prend des cloisons radiales, puis ses cellules se lignifient et forment la couche protectrice.

Ce qu'il y a de bien particulier dans cette graine, c'est que l'assise la plus interne du nucelle, celle qui entoure le sac embryonnaire, au lieu de disparaître, se cloisonne radialement en

(1) Trécul : *Du mucilage chez les Malvacées, Tiliacées, Cactées, Sterculiacées et Orchidées* (Adansonia, t. VII, 1866-1867).

suivant de près le développement de l'albumen. Au contraire, les assises parenchymateuses du nucelle disparaissent peu à peu. Il ne subsiste dans la graine, de tout ce parenchyme, que les quatre ou cinq assises externes complètement aplaties.

En résumé, les téguments de la graine de Lin proviennent à la fois de l'unique tégument de l'ovule et du nucelle. C'est l'épiderme de ce dernier qui forme la couche lignifiée.

(A suivre.)

SUR LA PERFORATION

DES

TUBERCULES DE POMME DE TERRE

PAR LES RHIZOMES DU CHIENDENT

Par M. A. PRUNET

On sait depuis longtemps que les pousses souterraines de divers chiendents (*Cynodon Dactylon Pers.*, *Triticum repens* L.) rencontrant sur leur passage des tubercules de pomme de terre peuvent les perforer de part en part, reprenant ensuite leur course à travers le sol.

Depuis longtemps aussi on a émis l'idée que la perforation des tubercules était due à une véritable digestion, que les pousses du chiendent dissolvent la matière des tubercules, parois cellulaires et contenu, non pas seulement pour se frayer un passage, mais pour s'en nourrir. Cette opinion a été pour ainsi dire rendue classique par son introduction dans les Traités généraux (1).

Ayant eu récemment à ma disposition un certain nombre de tubercules de pomme de terre plus ou moins perforés par des rhizomes de chiendent (*Cynodon Dactylon Pers.*), j'ai eu l'idée d'étudier de près les rapports des tissus de la pomme de terre avec ceux du rhizome. Certains tubercules étaient déjà traversés complètement par des rhizomes, d'autres ne l'étaient que partiellement, le bourgeon terminal du rhizome étant encore

(1) Ph. Van Tieghem, *Traité de Botanique*, 1re édition, p. 206, 2e édition, p. 157.

emprisonné dans la substance du tubercule. Enfin quelques rhizomes avaient émis, dans leur portion enfermée dans le tubercule, un certain nombre de racines qui s'étaient plus ou moins développées dans l'intérieur des tissus de la pomme de terre. Grâce à ces diverses circonstances, j'ai pu faire une étude à peu près complète des rapports des tubercules avec leur hôte de passage.

J'étudierai d'abord les rapports des tissus des tubercules avec les rhizomes, ensuite les rapports de ces mêmes tissus avec les racines émises par les rhizomes. Il est évident que la structure des parties en contact nous intéresse seule ici.

I. — Rapports des tissus de la pomme de terre avec les rhizomes.

1° *Rapports avec les portions adultes du rhizome.*

Si l'on examine la structure des tissus périphériques d'un rhizome de chiendent végétant dans le sol, on voit que la surface du rhizome est protégée par un épiderme sclérifié et à parois épaisses recouvrant un hypoderme également scléreux et à parois épaissies. Ces caractères des tissus périphériques se retrouvent à peine atténués jusqu'à la base même du bourgeon terminal du rhizome.

Si, d'autre part, on étudie la structure des tissus superficiels d'un rhizome emprisonné dans un tubercule, on leur trouve absolument la même constitution.

La digestion de la substance de la pomme de terre par des tissus ainsi modifiés paraît difficile à admettre.

Examinons maintenant la structure des portions du tubercule qui sont en contact avec la surface du rhizome.

Prenons d'abord un tubercule traversé de part en part par un rhizome. Une coupe faite en un point quelconque perpendiculairement à l'axe du rhizome montre les parties suivantes :

1° Au contact immédiat du rhizome, une couche de tissu mortifié de couleur brunâtre ;

2° En dehors, plusieurs assises d'un liège très délicat ;

3° Plus en dehors, les tissus normaux du tubercule.

La couche de tissu mortifié, que nous appellerons pour faciliter les descriptions la *couche mortifiée*, est formée d'un assez grand nombre d'assises de cellules ordinaires de la pomme de terre ayant perdu leur protoplasma et leur noyau, mais conservant encore çà et là quelques grains d'amidon. Ces cellules sont aplaties perpendiculairement à l'axe du rhizome comme sous l'influence d'une pression mécanique ; leurs parois sont colorées en brun ; c'est ce qui donne à la *couche mortifiée* son aspect caractéristique.

Le liège qui sépare la *couche mortifiée* des tissus normaux du tubercule est formé de cellules aplaties perpendiculairement à l'axe du rhizome. Ces cellules forment autour de la *couche mortifiée* une gaine continue allant rejoindre aux deux bouts du canal creusé par le rhizome le liège qui entoure extérieurement le tubercule. Cette *gaine subéreuse* isole complètement du rhizome ce qui reste des tissus du tubercule. C'est comme une couche tégumentaire supplémentaire que le tubercule s'est ainsi construit.

Si nous prenons maintenant un tubercule renfermant encore le bourgeon terminal et si nous faisons des coupes perpendiculaires à l'axe du rhizome depuis l'orifice d'entrée jusqu'à la base du bourgeon, nous retrouverons au contact du rhizome la *couche mortifiée*, en dehors la *gaine subéreuse* et enfin les tissus normaux du tubercule.

L'existence de la *gaine subéreuse* me paraît rendre tout à fait impossible une digestion de la substance de la pomme de terre par les portions adultes du rhizome de chiendent ; cette digestion, comme je l'ai déjà fait remarquer, était d'ailleurs rendue improbable par la structure des tissus superficiels du rhizome.

D'ailleurs, s'il y avait digestion, on en trouverait des traces dans la couche mortifiée, quelques-uns des grains d'amidon qu'elle renferme se montreraient plus ou moins corrodés par l'action des diastases. Or nulle part on ne trouve de ces grains entamés. En certains points, on peut voir des grains d'amidon

en contact immédiat avec l'épiderme du rhizome contre lequel ils sont fortement pressés ; tous ces grains sont intacts.

2° Rapports avec le bourgeon terminal du rhizome.

Un bourgeon terminal appartenant à un rhizome croissant entièrement dans le sol est formé d'un assez grand nombre d'écailles distiques emboîtées les unes dans les autres et embrassant étroitement le sommet végétatif du rhizome. Ces écailles sont disposées de telle sorte que les deux ou trois premières paires à partir de la base du bourgeon sont seules en contact avec le sol : les suivantes sont complètement recouvertes par les premières.

Une coupe faite à travers le bourgeon et suivant son plan de symétrie montre que les écailles qui forment la surface du bourgeon terminal sont protégées extérieurement par un épiderme sclérifié recouvrant un hypoderme également scléreux ; l'épiderme de leur face interne a des parois plus minces et il en est de même de l'hypoderme sous-jacent. Ces écailles se terminent par une pointe dure. Dans les écailles sous-jacentes, la sclérification des tissus superficiels est moins accentuée ; bientôt même elle disparaît sur la face interne d'abord, puis sur la face externe dans les écailles les plus petites et les plus voisines du sommet végétatif.

Si nous examinons la structure d'un bourgeon terminal emprisonné dans le tubercule, nous verrons qu'elle ne diffère pas sensiblement de celle d'un bourgeon croissant dans le sol. Peut-être les tissus superficiels des écailles externes sont-ils un peu moins fortement sclérifiés ; mais en somme les différences sont minimes. On ne voit pas bien dès lors quels sont les éléments des tissus superficiels du bourgeon terminal qui sont susceptibles d'émettre les diastases nécessaires à la dissolution de la substance du tubercule et d'absorber les produits de cette dissolution.

Étudions maintenant la structure des portions du tubercule qui sont en contact avec le bourgeon terminal du rhizome. Sur

une coupe faite suivant l'axe du bourgeon nous pourrons constater que la *couche mortifiée* qui entoure les portions adultes du rhizome se poursuit jusque vers la base de la pointe effilée qui termine le bourgeon, que la gaine subéreuse se continue aussi tout en s'atténuant graduellement, et disparaît enfin un peu avant la terminaison de la couche mortifiée (Fig. 1).

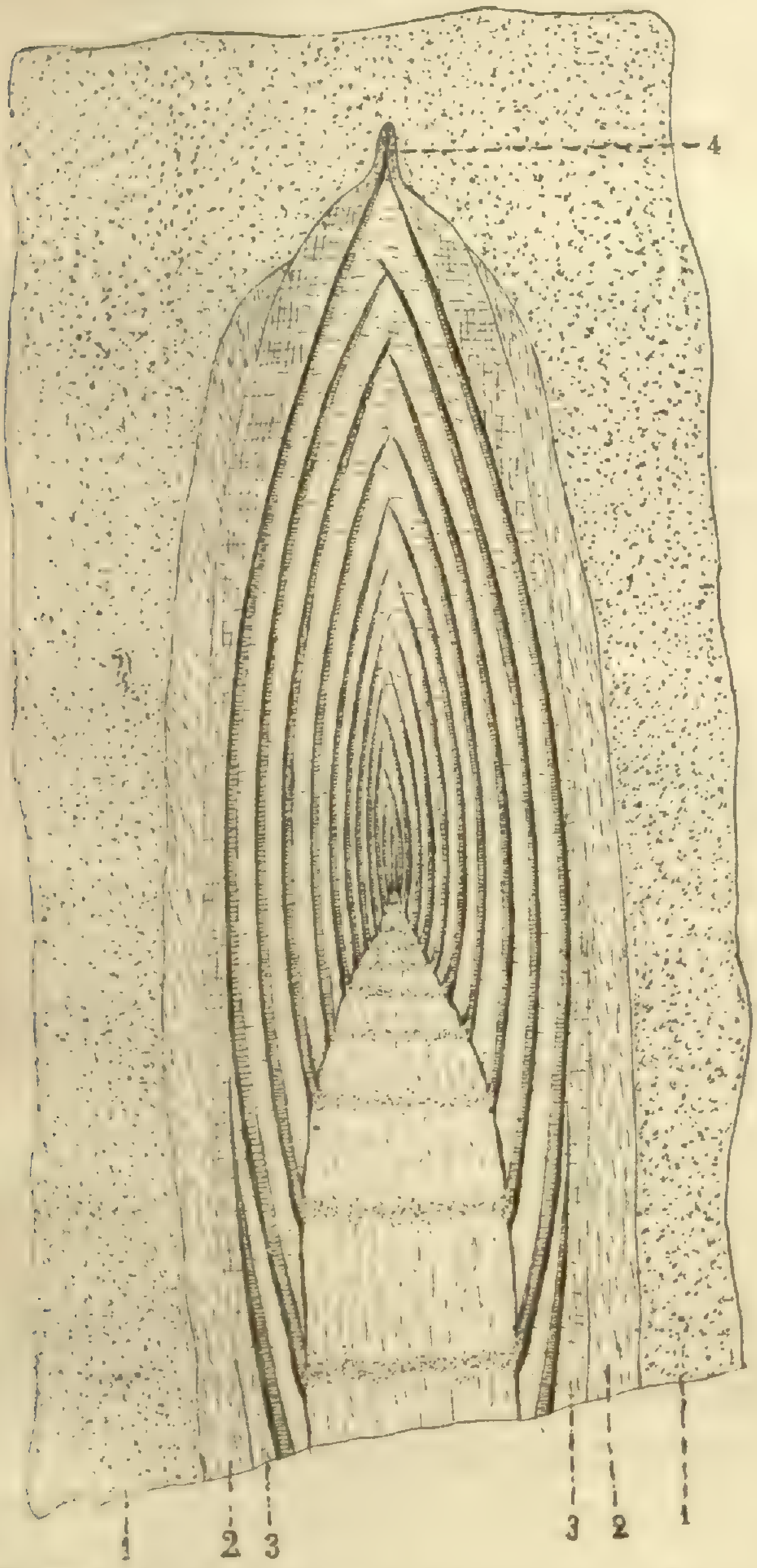


Fig. 22. — 1, tissus normaux du tubercule ; — 2, gaine subéreuse ; — 3, couche mortifiée ; — 4, espace conique renfermant des grains d'amidon corrodés.

Les portions de la couche mortifiée qui correspondent au bourgeon présentent les mêmes caractères que celles qui correspondent au rhizome ; on n'y trouve pas non plus de traces de digestion.

Les caractères de la *couche mortifiée* et l'existence de la *gaine subéreuse* restreignent considérablement les points où l'on peut admettre une digestion ou tout au moins une dissolution de la substance du tubercule. Il ne nous reste plus en effet qu'à examiner les portions du tubercule qui entourent la pointe terminale du bourgeon.

Comme l'indique la figure 1, la pointe du bourgeon est enfermée dans un espace conique creusé dans le tubercule. On voit aussi que la couche mortifiée n'arrive pas jusque-là et que la

gaine tubéreuse se termine encore plus bas. Si l'on examine avec soin le contenu de cet espace conique on y trouve toujours de nombreux grains d'amidon à divers états de dissolution ; sur les parois on peut voir même des membranes cellulaires plus ou moins corrodées ; enfin cette région présente un aspect qui ne laisse aucun doute sur l'existence d'actions diastasiques.

Il y a donc dissolution de la substance du tubercule, mais cette dissolution ne s'effectue que vers le sommet même du bourgeon terminal.

D'où viennent les diastases nécessaires à cette action dissolvante? L'examen anatomique nous a montré que les tissus superficiels des écailles externes sont sclérifiés jusqu'au sommet et dès lors paraissent peu propres à l'émission de substances diastasiques.

Mais si l'on réfléchit que le sommet du bourgeon terminal est plongé dans un tissu très aqueux et que par suite ce sommet et les parties voisines du tubercule baignent dans une matière liquide, on pourra admettre, à mon avis, que les diastases peuvent provenir d'éléments anatomiques qui ne sont pas en contact immédiat avec la substance du tubercule. Les diastases pourraient provenir, par exemple, des cellules délicates qui limitent la face interne des écailles moyennes ou les deux faces des écailles internes ; elles pourraient provenir surtout du sommet végétatif du rhizome. Après dissolution dans le liquide ambiant, ces diastases parviendraient par diffusion jusqu'au sommet du bourgeon et par suite jusque dans l'espace conique qui l'entoure et où nous avons trouvé des traces de leur action dissolvante.

On comprend dès lors comment s'effectuerait la marche du rhizome à travers le tubercule. Grâce aux mouvements de circommutation du sommet de la pousse, la pointe du bourgeon terminal apporterait successivement les diastases dans les divers points de la spirale qu'elle décrit et creuserait ainsi un canal dans lequel pourraient ensuite passer les parties plus volumineuses qui la suivent. D'ailleurs ce canal s'agrandirait par la compression des cellules à peu près vidées qui le limitent intérieurement. Ces cellules, bientôt isolées des tissus non attaqués

par la gaine subéreuse, forment ce que j'ai appelé la *couche mortifiée*.

Le nombre assez considérable des parois cellulaires dans la couche mortifiée montre que l'action dissolvante de l'extrémité du rhizome s'exerce surtout sur les substances facilement attaquables telles que l'amidon et les matières protéiques. D'ailleurs la pointe assez résistante qui termine le bourgeon n'est pas sans intervenir mécaniquement dans le creusement du canal parcouru par la pousse de chiendent. C'est elle qui joue sans doute le rôle essentiel lorsque la pousse doit perforer la couche de liège tégumentaire qu'elle rencontre soit à l'entrée soit à la sortie du tubercule.

II. — Rapports des racines avec la substance des tubercules.

Dans trois cas, les portions du rhizome emprisonnées dans le tubercule avaient émis un certain nombre de racines. J'en ai compté en tout vingt-trois dans les trois tubercules. Une seule de ces racines avait perforé complètement un tubercule et continuait sa course dans le sol. Quelques-unes n'avaient pas encore atteint la face inférieure des tubercules, les autres y étaient toutes parvenues. Ces dernières présentaient une singulière disposition. Arrivées au contact du liège tégumentaire, au lieu de le percer et de continuer leur course verticale, elles s'étaient allongées dans un sens plus ou moins voisin de l'horizontale en se moulant pour ainsi dire sur la face interne du tégument, ainsi que le montre la figure 2.

Examinons d'abord la structure des tissus périphériques d'une racine croissant dans le sol.

L'assise pilifère est lignifiée sur ses parois latérales et internes; certains de ses éléments s'allongent en poils absorbants assez longs pour qu'on puisse les voir à l'œil nu. Au-dessous de l'assise pilifère on trouve 2-3 assises de cellules à parois sclérifiées. Vient ensuite une couche lacuneuse, très épaisse, formée de files radiales de cellules séparant des lacunes très grandes: ces cellules ont leurs parois formées de cellulose pure. Enfin,

l'écorce se termine par 2-3 assises de cellules scléreuses et par un endoderme également sclérifié.

Les racines emprisonnées dans les tubercules présentent la même constitution générale, mais les poils absorbants manquent complètement ou du moins sont absolument rudimentaires. D'ailleurs, comme dans les racines normales, l'assise pilifère a ses parois latérales et internes lignifiées. En outre la couche lacuneuse du parenchyme cortical a pris un aspect tout différent; au lieu de former un anneau régulier comme dans les racines qui poussent dans le sol, elle s'est très réduite de deux côtés et

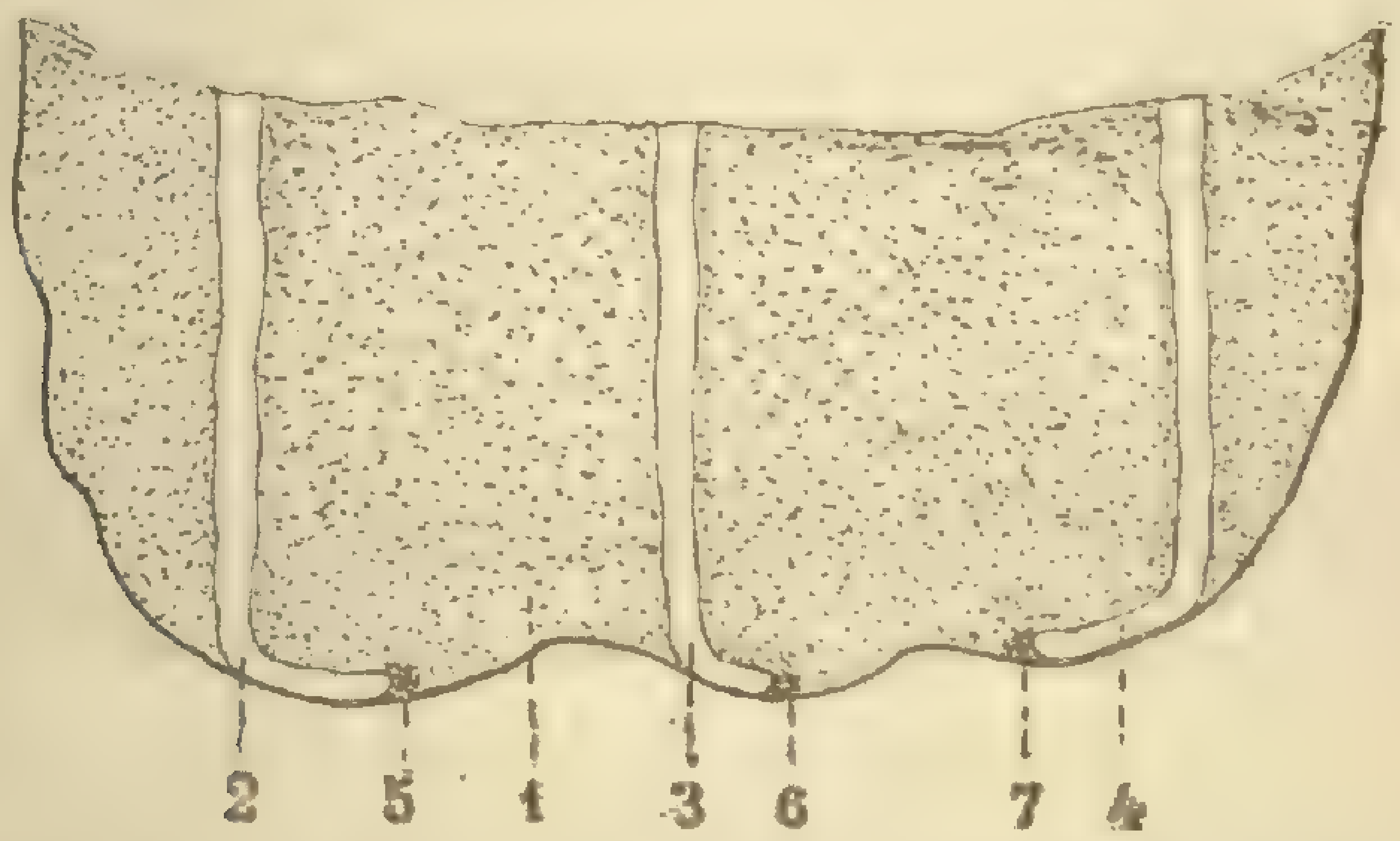


Fig. 23. — 1, portion de tubercule; — 2, 3, 4, racines; — 5, 6, 7, région présentant des grains d'amidon corrodés.

très allongée des deux autres comme si les racines s'étaient développées dans un espace trop restreint pour elles.

La coiffe d'une racine développée dans le sol ne diffère pas sensiblement de celle d'une racine emprisonnée dans un tubercule.

Si nous examinons les portions du tubercule voisines des racines, nous trouvons comme dans le cas du rhizome, au contact immédiat de la racine, une couche de tissu mortifié, puis une gaine subéreuse et enfin les tissus normaux du tubercule.

La *couche mortifiée* présente la même constitution que celle qui entoure le rhizome et, ce qui est ici assez surprenant, elle ne présente pas non plus de traces de digestion. Des grains d'amidon, appliqués immédiatement sur des cellules de l'assise pilifère et les comprimant assez fortement pour refouler en dedans leur paroi externe, se montrent absolument intacts.

La couche mortifiée se termine vers le sommet de la racine et la gaine subéreuse un peu au-dessous de ce sommet. Ce n'est qu'à l'extrémité même de la racine, c'est-à-dire au voisinage de la coiffe, que l'on observe des traces d'une action diastasique: là seulement, en effet, se voient des grains d'amidon et des membranes cellulaires plus ou moins corrodées. Les racines emploieraient dès lors pour traverser le tubercule les mêmes moyens que le rhizome.

Quels sont les éléments qui sécrètent les diastases? Proviennent-elles des cellules mêmes de la coiffe, ou des cellules du point végétatif? Cette dernière hypothèse n'est pas inadmissible, étant donné que les cellules de la coiffe, surtout les plus externes, sont très lâchement unies entre elles et que le milieu très aqueux dans lequel plonge l'extrémité de la racine se prête facilement à la diffusion des principes solubles. S'il en était ainsi il y aurait une analogie remarquable entre l'action du rhizome et celle de la racine sur les tissus de la pomme de terre. Dès lors, les diastases employées à la dissolution de la substance du tubercule ne constitueraient pas une sécrétion spéciale, exceptionnelle, mais proviendraient d'éléments où elles se produisent normalement pour y servir à la digestion des réserves du chiendent lui-même, et permettre ainsi l'accroissement soit du rhizome, soit des racines.

Nous avons vu qu'une seule des racines arrivées au contact de la partie interne du tégument subéreux du tubercule avait réussi à le traverser ; l'extrémité de la racine paraît impuissante à dissoudre ce tissu, et d'autre part le géotropisme de la plupart de ces racines est sans doute trop faible pour leur permettre de rompre mécaniquement l'obstacle; l'unique racine qui avait traversé le tégument inférieur l'avait brisé et non dissous. Peut-être aussi l'hydrotropisme est-il une des causes qui maintiennent les racines dans le tubercule.

Toutes ces racines avaient cependant traversé la gaine subéreuse qui sépare le rhizome des tissus sains du tubercule; mais, il faut le dire, ce liège, formé de quelques assises de cellules à parois délicates, est un obstacle d'une résistance beaucoup

moindre que le liège épais qui forme les téguments. Ce liège paraissait aussi avoir été rompu et non dissous.

Quelle est la cause de l'atrophie des poils absorbants? On ne saurait l'attribuer à la présence de la gaine subéreuse, puisque aucun poil n'arrive au contact de cette gaine. L'une des causes de cet arrêt de développement pourrait être la pression des tissus environnants due à l'exiguité du canal creusé par le sommet de la racine. La structure de la couche lacuneuse de l'écorce, signalée plus haut, témoigne en effet de l'existence de pressions latérales assez considérables.

La gaine subéreuse des racines étant continue avec celle du rhizome et cette dernière avec le liège tégumentaire, on voit que les tissus du tubercule non dissous sont ainsi indépendants et comme étrangers à leur hôte. Aussi les tubercules traversés par des rhizomes de chiendent présentent-ils le même aspect que les tubercules intacts et peuvent-ils atteindre un volume aussi considérable que ces derniers.

Le chiendent absorbe-t-il les substances dissoutes? Cela ne paraît pas improbable; certaines de ces substances pourraient, en effet, pénétrer par diffusion dans les cellules à parois délicates de l'extrémité du rhizome ou de l'extrémité de la racine et la plante économiserait ainsi une partie de ses réserves. Je dois dire toutefois que les rhizomes qui ont traversé des tubercules ne paraissent pas plus robustes que ceux qui ont simplement végété dans le sol.

En somme, s'il y a absorption, c'est là en quelque sorte un fait secondaire. La pomme de terre n'est pas pour le chiendent un milieu nutritif proprement dit, mais plutôt un corps étranger qu'il traverse en employant des moyens un peu spéciaux. C'est du moins ce qui semble résulter de la localisation de l'action dissolvante aux extrémités des organes en voie de croissance, et surtout de l'absence de digestion au contact de l'assise pilifère de la racine.

Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1889 ET 1890 (*Suite*).

URÉDINÉES.

Il y a un peu plus de vingt-cinq ans que de Bary a établi l'hétérœcie du *Puccinia graminis;* depuis cette époque, l'évolution d'un grand nombre d'Urédinées a été suivie avec soin à l'aide de cultures expérimentales. M. Rostrup (1) a dressé la liste de ces expériences en rappelant les circonstances historiques dans lesquelles elles ont été successivement faites; ce tableau mentionne, jusqu'en 1889, cinquante espèces étudiées appartenant aux genres *Puccinia*, *Gymnosporangium*, *Uromyces*, *Coleosporium*, *Chrysomyxa*, *Calyptospora*, *Melampsora*, *Cronartium*. Il est utile de jeter ainsi de temps en temps un coup d'œil en arrière et de mesurer le chemin parcouru pendant un quart de siècle; une pareille revision peut susciter de nouveaux efforts et accélérer les progrès de la science.

Les travaux d'ensemble concourent au même but surtout quand ils sont riches en observations personnelles. Telle est la monographie des Urédinées et Ustilaginées de la Grande-Bretagne de M. Plowright (2). On relèvera dans cet ouvrage de nombreux renseignements sur la biologie de ces végétaux, sur la germination des spores, l'infection artificielle des Phanérogames par les parasites de ces deux groupes. Les conseils qu'on y trouve sont fondés sur l'expérience de l'auteur, car on rencontrera dans l'ouvrage l'histoire du développement de plusieurs espèces : *Puccinia extensicola* (Æcidium sur *Aster Tripolium*, teleutospores sur *Carex extensa*), *P. paludosa* (Æcidium sur *Pedicularis*, *P. perplexans* (Æcidium sur *Ranunculus acris*, teleutospores sur *Alopecurus pratensis*), etc.

Ce dernier cas d'hétérœcie a été vérifié expérimentalement par M. Dietel (3), qui a découvert le *Puccinia perplexans* en Allemagne dans plusieurs localités.

---

(1) Rostrup : *Det forste halve Hundrede af Værtskiftende Rustsvampe* (Videnskabelige Meddelelser fra den natur historiske Forening i Kjobenhaven, 1889, p. 238).

(2) Plowright : *A monograph of the British Uredineæ and Ustilagineæ*, 347 p., in-8°, avec 8 planches, Londres.

(3) Dietel : *Ueber das Vorkommen von Puccinia perplexans Plow. in Deutschland* (Hedwigia, 1889, p. 278).

A ces exemples, nous devons ajouter les suivants :

M. Dietel (1) ayant rencontré en même temps dans un marais l'*Uromyces lineatus* (sur le *Scirpus maritimus*), l'*Æcidium Hippuridis* et l'*Æcidium Sii latifolii* eut l'idée de chercher à obtenir l'infection de l'*Hippuris* ou du *Sium*, à l'aide de l'*Uromyces* ; ses tentatives ont complètement réussi dans les deux cas. Il résulte de ces expériences qu'une même Urédinée peut produire ses æcidies sur deux plantes appartenant à des familles très différentes ; ces deux végétaux, il est vrai, poussaient sur le même terrain et devaient avoir absorbé les mêmes substances chimiques. On peut donc espérer que le parasitisme jusqu'ici nécessaire des Urédinées deviendra facultatif quand un milieu de culture approprié aura été trouvé.

M. de Lagerheim (2) a montré de même que l'*Æcidium Astragali* appartient à un autre *Uromyces* nouveau, l'*U. lapponicus*.

M. Soppitt (3) a établi que le *Puccinia digraphidis* (espèce nouvelle) est la forme téleutosporée de l'*Æcidium Convallariæ*.

Le polymorphisme est quelquefois plus étendu que celui décrit dans les exemples classiques. M. Dietel (4) a trouvé ainsi que le *Puccinia vexans* qui croît sur une Graminée américaine (*Bouteloua*) possède deux sortes d'urédospores, les unes à 4 pores équatoriaux, les autres à 8 ou 10, et deux sortes de téleutospores, les unes unicellulaires à pore terminal, les autres bicellulaires.

Un polymorphisme semblable existe dans les *Ravenelia* d'après M. Cunningham (5) ; dans le *R. sessilis*, il signale cinq formes reproductrices : des spermogonies, deux sortes d'urédospores, deux sortes de téleutospores.

Le genre tropical *Diorchidium* n'était connu jusqu'ici que par ses téleutospores bicellulaires à cloison oblique par rapport à l'axe du pédicelle ; M. de Lagerheim (6) a eu la bonne fortune de découvrir les urédospores de cette plante.

Parmi les Urédinées des Rosacées on avait signalé un *Uredo lucida* se développant au Cap sur le *Rubus rigidus* ; en réalité, selon M. Dietel (7), ce nom n'est pas justifié, car cette forme est l'*Æcidium* du *Hamaspora longissima* ; dans une espèce voisine *H. Ellisii*, les téleutospores se produisent sur les *Cupressus* et les æcidies sur les *Pirus*. Les plantes de support appar-

(1) Dietel : *Ueber den Generationwechsel von Uromyces lineolatus (Desm.) Sch.* Hedwigia, 1890, p. 149).

(2) De Lagerheim : *Mykologiska Bidrag VII.* (Bot. Notiser, 1890, p. 272).

(3) Soppitt : *Puccinia digraphidis, n. sp.* (Journ. of Botany, juillet 1890).

(4) Dietel : *Kurze Notizen über enige Rostpilze* (Hedwigia, 1889, p. 77). Ce travail contient également un certain nombre de rectifications à faire dans le volume des Urédinées de Toni, du Sylloge de Saccardo.

(5) Cunningham : *Notes on the life history of Ravenelia sessilis and stricta* (Scientific Memoirs by medical Officiers of the Army of India 1889, p. 1-15, pl. 1-2 en couleur).

(6) De Lagerheim : *Ueber einige neue oder bemerkenswerthe Uredineen* (Hedwigia, 1889, p. 103).

(7) Dietel : *Bemerkungen über einige in und aus landische Rostpilze* (Hedwigia, 1889, p. 19).

tiennent aux Rosacées et aux Conifères comme pour les *Gymnosporangium* avec lesquels ils ont quelques affinités.

Ce dernier genre a été l'objet de très nombreuses recherches de M. Thaxter (1) et nous ne pouvons mieux résumer ses travaux qu'en copiant le tableau suivant donnant les hôtes des *Gymnosporangium* américains :

TÉLEUTOSPORES.	ÆCIDIOSPORES.
Gymnosporangium macropus sur *Juniperus Virginiana.*	*Ræstelia pirata* sur *Pirus Malus* et *Cratægus.*
G. clavariæforme sur *J. communis.*	*R. lacerata* sur *Cratægus* et *Amelanchier.*
G. clavipes sur *J. Virginiana* et *communis* (tiges).	*R. aurantiaca* sur *Cratægus Amelanchier* et *Pirus.*
G. biseptatum sur *Cupressus thujoides.*	*R. botryapites* sur *Amelanchier.*
G. Ellsii sur *Cupressus thujoides.*	*R. transformans*? sur *Pirus arbutifolia.*
G. globosum sur *J. Virginiana.*	*R.* nouvelle espèce? non *lacerata* sur *P. Malus* et *Cratægus.*
G. nouvelle espèce sur *J. Virginiana* (feuilles).	*R. cornuta*? sur *P. Malus*, *arbutifolia* et *Amelanchier.*

On peut remarquer que le *Ræstelia penicillata* n'est pas indiqué sur la liste précédente ; cette espèce n'a pas été observée en Amérique. Elle a été longtemps confondue en Europe avec le *R. lacerata*, mais les recherches de M. Rostrup (2) ont établi les différences entre ces deux espèces. Le *Ræstelia penicillata* (sur *Pirus Malus*) est l'æcidium du *Gymnosporangium tremelloides*, résultat vérifié par Nawaschin (3) à Moscou.

M. Klebahn (4) a poursuivi des recherches analogues sur les *Peridermium* qui peuvent être également résumées de la manière suivante :

TÉLEUTOSPORES.	ÆCIDIOSPORES.
Peridermium oblongisporium Fuck. (*P. sylvestris* et *autriaca*).	*Coleosporium Senecionis.*
P. Cornui Rostrup et Klebahn (écorce *Pinus sylvestris*).	*Cronartium asclepiadeum.*
P. Strobi Klebahn (écorce *P. strobus* et *austriaca*).	*Cronartium ribicolum.*

(1) Thaxter : *Notes on cultures of Gymnosporangium made in 1887 and 1888* (Bot. Gazette, t. XIV, 1889, p. 167).

(2) Rostrup : *Mykologiske Meddelelser* (Meddel. f. d. botan. Forening, 1888. Copenhague).

(3) Nawaschin : *Ueber das Vorkommen des Gymnosporangium tremelloides bei Moskau* (Scripta botanica horti Petropol. III. p. 173).

(4) Klebahn : *Neue Untersuchungen und Beobachtungen über die Blasenroste der Kiefern* (Hedwigia, 1890, p. 27).

Il y aurait une quatrième espèce méritant le nom de *Peridermium Pini* (écorce *Pinus sylvestris*) qui semée sur les *Vincetoxicum* ne donne pas de *Cronartium*. C'est elle qui paraît se montrer dans les régions où cette Asclépiadée manque. Quant au *Cronartium ribicolum*, sa culture a réussi sur divers *Ribes* (*R. nigrum, aureum, rubrum, sanguineum, Grossularia*).

Dans l'Himalaya, M. Barclay (1) a observé dans un *Cæoma* du *Smilax aspera* l'existence sur le même hôte des urédo, téleuto et æcidiospores. L'æcidium apparaît en juillet, l'urédo en octobre, les téleutospores en novembre. C'est le premier *Cæoma* autoïque connu jusqu'ici.

On doit également à M. Dietel (2) la découverte de téleutospores de l'*Uredo Agrimoniæ*; bien que cette forme soit très répandue en Europe, au Cap et dans l'Amérique du Nord, on ignorait à quel groupe elle appartenait. C'est une Melampsorée, le *Thecaspora Agrimoniæ* DC.

Enfin les *Melamposora* des Peupliers (*Tremulæ, populina, balsamifera*) ont été l'objet des recherches de M. Hartig (3) qui a montré que leur forme æcidiale est le *Cæoma* du *Larix*.

C'est également au genre *Melampsora* que se rattache une espèce trouvée par M. Dietel sur l'*Euphorbia dulcis*; M. Magnus (4) l'a retrouvée dans l'Engadine sur l'*Euphorbia carniolica*. Cette espèce avait déjà été distinguée en 1858, par Otth, mais cette observation avait été oubliée.

On doit également à ce dernier auteur (5) la définition bien précise de quatre espèces de *Puccinia* se développant sur les Véroniques (*P. Veronicæ* Schrœt. sur *V. montana*, *P. Veronicarum* DC. sur *V. longifolia, spicata, urticifolia*, *P. albulensis* Mag. sp. nov. sur *V. alpina* et *P. Veronicæ Anagallidis* Oudem. sur *V. Anagallis*) ainsi que celle d'un *Uromyces* qui se développe sur le *Glycyrrhiza lepidota*; cette dernière plante, très répandue en Orient, placée successivement dans les *Puccinia*, les *Uredo*, les *Cæoma* est en réalité un *Uromyces* (5).

Signalons plusieurs genres nouveaux. M. de Lagerheim (6) a créé pour une Urédinée de l'*Elymus*, à téleutospores pluricellulaires et non pédicellées, le genre *Rostrupia* qui doit être séparé des *Phragmidium* parce que les espèces de ce dernier genre sont limitées aux Rosacées.

Le genre *Coleopuccinia*, créé par M. Patouillard (7) pour un parasite des feuilles d'un Amelanchier du Yun-Nan, est caractérisé par des spores de

(1) Barclay : *Cæoma Smilacinis* (Scientific Memoirs by med. Officiers of the army of India, 1889, 9 p. 2 pl.).
(2) Dietel : *Beschreibung der Teleutosporenform von Uredo Agrimoniæ* (Hedwigia, 1890, p. 153).
(3) Hartig : *Mittheilung einiger Untersuchugen pflanzen pathologischer Natur* (Sitzb. bot. Ver. München, 11 nov. 1889, in Bot. Centralbl. t. XL, 1889, p. 310).
(4) Magnus : *Ueber eine neue auf Euphorbia dulcis Jacq vorkommende Melampsora* (Ber. d. deutschen bot. Ges. VI, p. 400, 2 fig).
(5) Magnus : *Ueber die in Europa auf der Gatt. Veronica auftr. Puccinia Arten* (Ber. d. deutsch. bot. Gesell. VIII, p. 167, pl. XII). — *Ueber das Auftreten eines Uromyces auf Glycyrrhiza in der alten und in der neuen Welt* (Ber. der bot. Gesells. 1890, p. 377).
(6) De Lagerheim : *Sur un nouveau genre d'Urédinées* (Journ. de bot., 1889, p. 185).
(7) Patouillard : *Le genre Coleopuccinia* (Rev. Myc. XI p, 35).

Puccinie entourées d'une gaine gélatineuse et enveloppées dans une gangue générale de même nature.

Le genre *Barclaya* de M. DIETEL (1) offre la structure des *Chrysomyxa*, mais le promycelium donne naissance à des spores sessiles ; le *B. deformans* se développe dans l'Himalaya sur le *Picea Morinda*. Mentionnons également le genre *Puccinidia* découvert en Amérique sur les *Abies* par M. MAYR (2), il est caractérisé par des spores 1-2-3-4 cellules naissant sur un stroma noir.

L'énumération des espèces nouvelles ne peut être faite ici, notons seulement les plus remarquables. M. DE LAGERHEIM (3) a découvert sur la Vigne, à la Jamaïque, le premier urédo observé sur cette plante; les pieds attaqués par cet *Uredo Vialæ* paraissent très malades; espérons que d'ici longtemps nous n'entendrons parler de ce parasite.

Nous ne sommes pas habitués, en effet, dans les pays septentrionaux, à envisager les Urédinées comme des plantes utiles. Elles le sont quelquefois cependant : l'*Æcidium esculentum* trouvé par M. BARCLAY (4) dans l'Inde est comestible. On mange dans ce pays les bourgeons de l'*Acacia eburnea* hypertrophiés par la présence du parasite. L'*Æcidium Urticæ* (sur *Urtica parviflora*) est également mangé dans l'Himalaya.

Les *Acacia* de l'Australie sont, d'après M. LUDWIG (5), attaqués par un *Uromyces* nouveau, *U. Tepperianus* qui produit des dégâts importants sur les *Acacia salicina* et *myrtifolia* et par un *Uredo* nouveau, *U. notabilis* à épispore réticulée qui s'observe sur l'*Acacia notabilis*. Les Goodéniacées de la même région sont attaquées par le *Puccinia Saccardoi* dont les téleutospores bicellulaires sont mêlées à des spores uni et tricellulaires.

Une autre Puccinie nouvelle a été trouvée simultanément par MM. MAGNUS et DE LAGERHEIM (6) sur les *Anemone ranunculoides* en Hongrie et en d'autres régions. Le *Phragmidium papillatum* et le *Melanospora punctiformis* sont enfin dus à M. DIETEL (7), le premier rencontré en Sibérie, le second dans l'Inde. Dans ce dernier pays M. BARCLAY (8) a signalé également plusieurs espèces nouvelles.

(1) Dietel : *Uredineen aus dem Himalaya* (Hedwigia, 1890, p. 252).
(2) Mayr : *Die Waldungen von Nord amerika*, Munich, 1890.
(3) De Lagerheim : *Sur un nouveau parasite dangereux de la Vigne* (Revue générale de Botanique, 1890).
(4) Barclay : *Description of a new Fungus Æcidium esculentum sp. n. op. Acacia eburnea* (Journ. of the Bombay Nat. Hist. Soc. V, 1890, p. 1-4, 1 planche).
(5) Ludwig : *Eine neue verheerende Rostkrankeit australischer Akazien veranlasst durch Uromyces Tepperianus* (Centralblatt f. Bak. und Parasitenkunde V). — *Ueber einige neue Pilze aus Australien* (Bot. Centralb., t. 43, p. 5, 1 planche). — *Ueber einen neuen Goodeniaceenrost aus Südaustralien, P. Saccardoi* (Hedwigia, p. 362).
(6) De Lagerheim : *Puccinia singularis Magnus und P. Bäumleride Lagehr* (Hedwigia, 1890, p. 172).
(7) Dietel : *Beschreibung eines neuen Phragmidium* (Hedwigia, 1890, p. 25). — *Uredineen aus dem Himalaya* (Id., 1890, p. 259).
(8) Barclay, *On the life history of a Himalayan Gymnosporangium* (*Cunninghamianum n. esp.*) (Scientif. Mem. by Medical Officiers of the army of India V, Calcutta, 1890, 8 p., 3 pl.). — *On the life history of a Uredine on Rubia cordifolia* (*Puccinia Colletiana* n. sp.) (Id. sp. 1 pl.). — *On a Chrysomyxa on Rhododendron arboreum* (*Chrysomyxa himalense n. sp.*) (Id. 7 p. 2 pl.).

Parmi les déformations des hôtes dus à la présence des Urédinées, il faut signaler l'atrophie des organes reproducteurs. M. Magnin (1) a continué ses recherches sur cette question ; il a constaté que l'*Æcidium leucospermum*, par son développement, amenait l'atrophie des sépales, pétales, étamines et carpelles de l'*Anemone ranunculoides*.

Dans une voie différente, M. Dietel (2) s'est occupé de la morphologie des Urédinées en recherchant comment s'effectue la germination des téleutospores ; dans les exemples classiques, on décrit cette germination comme se produisant très tardivement, au printemps. Il n'en est pas toujours ainsi : les téleutospores peuvent germer directement sur l'hôte et produire ainsi plusieurs générations de téleutospores dans le cours d'une année. Ce n'est pas seulement dans les *Leptopuccinia*, *Lepturomyces* qu'on observe ce caractère, mais parmi les *Hemipuccinia*, parmi les Urédinées qui ne forment pas d'urédo, etc. L'auteur passe en revue les formes pour lesquelles il a observé ce caractère ; elles sont réparties sur la plupart des familles (en exceptant Liliacés, Graminées, Cypéracées, Umbellifères). Il semble résulter de cette étude que l'existence de ces leptoformes est liée aux conditions extérieures ; elles sont, en effet, surtout abondantes dans les régions montagneuses.

Nous avons annoncé, dans une analyse précédente (1888), la découverte de deux sortes de spores dans les *Gymnosporangium ;* la même observation a été généralisée par M. Dietel (3). Doit-on considérer ces deux sortes de spores comme urédo et téleutospores? Cette opinion, qui avait été adoptée par M. Kienitz-Gerloff, ne paraît pas justifiée par l'expérience ; M. Richards qui a étudié la germination des deux sortes de spores a constaté qu'elles se comportaient exactement de la même manière (4).

Les Urédinées ont des hôtes constants ; aussi y a-t-il avantage, pour une détermination rapide, à les grouper d'après les familles de leurs plantes nourricières. C'est ce que M. Poirault (5) a entrepris pour les Urédinées de France, Suisse et Belgique ; il énumère successivement toutes les familles de Phanérogames et de Fougères qui supportent des Urédinées ; des signes spéciaux, tels que E, U, T_1, etc., indiquent les æcidiospores, urédospores, téleutospores à germination immédiate, etc.

USTILAGINÉES.

Les Ustilaginées ont été l'objet de plusieurs travaux importants.

(1) Magnin : *Castration parasitaire de l'Anemone ranunculoides par l'Æcidium leucospermum* (Comptes rendus de l'Acad. des sc., 28 avril 1890).
(2) Dietel : *Ueber Rostpilze deren Teleutosporen kurz nach ihrer Reife keimen* (Bot. Centralblatt, t. 38, p. 577-609-657).
(3) Dietel : *Ueber das Vorkommen von Zweierlei Teleutosporen bei der Gattung Gymnosporangium* (Hedwigia, 1889, p. 99).
(4) Richards : *The Uredostage of Gymnosporangium* (Bot. Gazette, t. XIV, 1889, p. 211, une pl.).
(5) Poirault : *Les Urédinées et leurs plantes nourricières* (Journ. de bot., 1890).

M. Brefeld (1) qui avait autrefois cultivé ces Champignons a continué ses recherches en vue surtout de bien connaître les maladies qu'ils produisent. Les quarante espèces qu'il a pu étudier en solutions artificielles se rattachent à quatre types. Les unes comme les *Tilletia* donnent des conidies à l'air et forment une sorte de moisissure ; les autres engendrent des conidies dans le liquide nutritif; enfin plusieurs *Ustilago* (*U. Crameri* et *hypodites*) ne produisent qu'un mycélium stérile ; parmi les *Ustilago* à conidies aquatiques, les uns (*Ust. Carbo, Maydis, cruenta*) bourgeonnent à la manière des levures, les autres (*U. longissima*, *grandis*, *bromivora*) forment des conidies qui germent en poussant des tubes sur lesquels ultérieurement naissent de nouvelles conidies.

L'étude de l'*Ustilago Carbo* a été particulièrement poursuivie par l'auteur; en milieu nutritif, sur des cultures indéfiniment répétées, on observe toujours les formes levures; au bout de quatre jours, la liqueur nutritive est épuisée et les conidies peuvent pousser des tubes grâce auxquels, dans la nature, ces parasites pénétreront dans l'hôte. Mais dans les cultures successives, ce pouvoir germinatif se manifeste de plus en plus tardivement, et au bout de dix mois il manque totalement. La puissance infectieuse des conidies diminue donc avec le temps.

M. Brefeld a appliqué ces résultats à l'examen des maladies des Céréales. Il a montré que l'*Ustilago Carbo* attaque uniquement les très jeunes germinations d'Avoine. En déposant les spores sur un sol additionné de fumier. 40 à 46 p. 100 des pieds se trouvent attaqués ; le bourgeonnement des conidies a lieu sur le fumier. L'Orge ne peut être infesté par cette plante, aussi y a-t-il lieu de distinguer une nouvelle espèce, l'*U. Hordei* dont les spores germent sans donner de conidies. L'infection du *Sorghum saccharatum* a été également obtenue à l'aide de l'*Ustilago cruenta*. Les *Ustilago Carbo* et *cruenta* restent latents jusqu'à la floraison, ils se localisent alors dans l'ovaire. Il n'en est pas de même pour l'*Ustilago Maydis*, toutes les parties dans une plantule suffisamment jeune peuvent être atteintes, mais l'infection reste locale.

M. Rostrup (2) a confirmé en l'étendant le résultat de M. Brefeld sur la distinction des *Ust. Carbo* et *Hordei ;* en réalité, cinq espèces ont été confondues sous ce premier nom : *Ust. Jensenii* n. sp. sur *Hordeum distichon* (très répandu en Danemark), *U. Avenæ* n. sp., *U. perennans* n. sp. sur *Avena elatior* et *U. Tritici* (Pers.).

L'importance de ces parasites n'est certes pas négligeable dans la culture des Graminées. MM. Kellermann et Swingle (3) ont établi qu'en 1888-1889, aux environs de Manhattan, la perte en graine due au développement de

(1) Brefeld : *Neue Untersuchungen über die Brandpilze und die Brandkrankheiten* (Klub der Landwirthe zu Berlin, nº 8, p. 220-221-222).

(2) Rostrup : *Nogle Undersogelser angaaene Ustilago Carbo* (Oversigt over d. k. Danske Videnskab. Selsk. Forhandl., 1890, Copenhague, 1 pl.).

(3) Kellermann and Swingle : *Prelim. report on smut in Oats* (Exp. stat. Kansas agricult. College nº 8. 1889).

l'*Ustilago segetum* est environ de 11,33 p. 100; ce qui représente pour le seul état de Kansas une perte de plus de un million de dollars par an.

L'étude de ces végétaux doit donc être suivie avec soin, aussi signalerons-nous deux genres nouveaux trouvés par M. Cunningham (1) et Sorokine (2); le *Rhamphospora Nymphææ* parasite de *Nymphæa stellata, rubra*, etc., dans l'Inde à spores subterminales et l'*Endothlaspis* de l'Asie centrale attaquant les Graminées (*E. Melicæ, Sorghi*).

La revision du genre *Doassansia* Cornu a conduit M. de Toni (3) à augmenter la liste des espèces de ce genre de création récente; il comprend actuellement onze espèces, *D. Neeslii, Hottoniæ* et *Comari* sont nouvelles.

Un autre *Doassansia* (*D. Lithropsidis*) a été trouvé par M. de Lagerheim (4); un *Ustilago* a été signalé à Java sur le *Polygonum chinense* par M. Solms-Laubach (5), un *Entyloma* à New-Jersey par M. Halsted (6).

Enfin, M. Nawaschin (7) a établi que les petites spores qui s'observent quelquefois dans les *Sphagnum*, et qui sont souvent désignées sous le nom de microspores, appartiennent en réalité à un parasite, le *Tilletia Sphagni*.

ASCOMYCÈTES.

I. Périsporiacées.

En 1888, M. Massee avait cru devoir créer un groupe très intéressant, celui des Gastérolichens; cette création satisfaisait les esprits qui aiment la symétrie; elle n'est malheureusement pas fondée. M. Fischer (8) démontre, en effet, que le *Trichocoma* est un pur Ascomycète absolument dépourvu d'Algue; de plus ce n'est pas un Gastéromycète, mais une sorte de Tubéracée non souterraine voisine du *Penicilliopsis* découvert par M. Solms-Laubach (9) sur les fruits de *Diospyros* à Java; ces deux champignons ont de grandes affinités avec les *Terfezia*. Le fruit des *Trichocoma* a l'aspect d'une sorte d'Æcidie ouvrant au sommet son péridium; la partie interne est formée de colonnes contenant les asques entremêlées d'un capillitium en réseau (fig. 24 à 28).

Dans les *Penicilliopsis*, il y a un appareil conidien représenté par une es-

(1) Cunningham : *On a new genus of the family Ustilagineæ* (Scientific memoirs by medical officiers of the army of India. Calcutta, 1888).

(2) Sorokine : *Nouveaux matériaux pour la flore cryptogamique de l'Asie centrale* Tirage à p. p. 44. Extrait de Rev. myc. 1889).

(3) De Toni : *Revision of the Genus Doassansia* (Journ. of Mycol., 1888).

(4) De Lagerheim : *Révision des Ustilaginées et Urédinées contenus dans l'herbier Welwitsch* (Bol. da Socied. Broteriana VII, 1889, p. 126).

(5) Solms-Laubach : *Ustilago Treubii* (Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, VI, p. 79, 1 pl.).

(6) Halsted : *A new white Smut* (Bullet. of the Torrey bot. Club New-York. t. XVII, 1890, nº 4, p. 95).

(7) Nawaschin : *Was sind eigentlich die sogenannten Mikrosporen der Toorfmoose* Bot. centrabl., t. XLIII, p. 289).

(8) Fischer : *Beitrage zur Kenntniss exotischer Pilze Trichocoma paradoxa* Hedwigia, 1890, p. 162 avec une pl.).

(9) Solmis Laubach : *Penicillopsis clavariæformis, eine neue javanscher Ascomycet* (Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, t. VI, p. 53).

pèce de Clavaire; l'appareil ascoporé rappelle celui des *Elaphomyces*, mais au lieu d'une cavité il s'en forme plusieurs.

Une autre espèce, le *Dematophora necatrix* présente une parenté inattendue avec les Tubéracées. M. Viala (1) établit à la suite de recherches poursuivies pendant de longues années que l'appareil conidien décrit sous ce nom il y a longtemps déjà par Hartig appartient à une forme ascosporée indéhiscente, présentant une grande cavité tapissée d'un hymenium comme dans les *Hydnocystis*. L'histoire complète de cette plante sera exposée ultérieurement dans un mémoire plus étendu; les résultats sommaires actuellement connus sont très intéressants, c'est la première fois que l'on trouve dans une Tubéracée des rhizomorphes, des sclérotes, des pycnides (indéhiscentes) et des conidies. Les périthèces se produisent en soumettant les

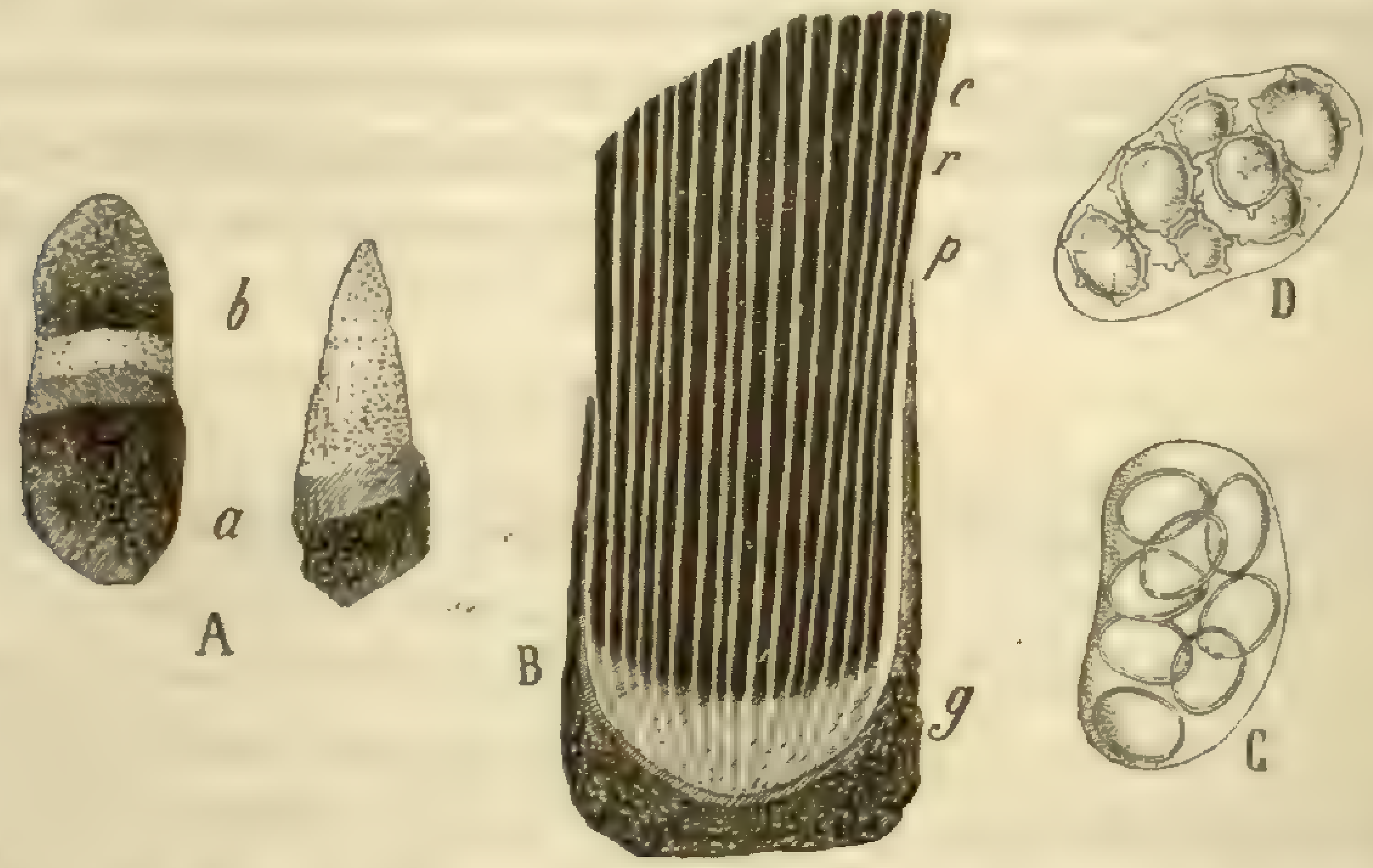


Fig. 24 à 28. — *Trichocoma paradoxa*. — A, port de la plante. — B, section longitudinale d'un fruit mûr; *g*, base du fruit; *p*, peridium; *c* correspond aux lignes blanches formant le capillitium; *r*, colonnes noires formées d'un très grand nombre d'asques. — C et D, asques grossies (d'après M. Fischer).

pieds de Vigne attaqués par le Pourridié à une grande dessiccation, leur développement exige six mois environ (1).

Les affinités des Tubéracées (2) sont assez multiples et d'ailleurs encore assez mal définies. Les *Hydocystis* dont il vient d'être question précédemment offrent pour M. Magnus (3) des relations assez intimes avec les Discomycètes; il serait même disposé à les placer au voisinage du *Peziza sepulta*.

M. Zukal (4) signale d'un autre côté un lien entre les Gymnoascées et les

(1) Viala : *Le Pourridié de la Vigne* (Comptes rendus de l'Acad. des sc., 1890, p. 156).

(2) Je passe sous silence un travail très étendu de M. Hesse : *Entwickelunggeschichte der Tuberaceen und Elaphomyceten* (Bot. Centralblatt. t. 38, p. 518-555; t. 41, p. 196; t. 42, p. 1) parce que les résultats qui y sont mentionnés sont si extraordinaires qu'ils méritent confirmation.

(3) Magnus : *Die systematische Stellung von Hydnocystis Tul.* (Hedwigia, 1890; p. 65).

(4) Zukal : *Uber einige neue Pilzformen und über das Verhalten der Gymnoasceen zur den übrigen Ascomyceten* (Ber. d. deutschen bot. Gesell. VIII, p. 295, pl. XVII).

Champignons souterrains. Il a trouvé deux genres nouveaux se rattachant à cette famille : *Aphanoascus* et *Chætotheca* (1). Le premier lui paraît un terme de passage entre les *Gymnoascus* et les *Eurotium;* comme dans les premiers, les asques se forment d'abord à nu, puis s'entourent ensuite d'un pseudoparenchyme qui les fait ressembler aux seconds. Le *Chætotheca fragilis* a un périthèce hémisphérique à enveloppe dure, presque charbonneuse, couverte de poils noirâtres comme dans une Sphériacée; les asques naissent à l'extrémité et sur les côtés de filaments ramifiés; ces asques sont arrondis et à huit spores lenticulaires. Ce n'est pas seulement avec l'*Eurotium* que les *Gymnoascus* ont des affinités, mais avec les *Penicillium ;* d'après M. Zukal, le *Penicillium* est une véritable Gymnoascée qui naît à l'intérieur d'un sclérote. On sait que l'auteur a établi en 1888 la résorption du tissu interne de ce dernier appareil et la formation à nu sur les parois de cette

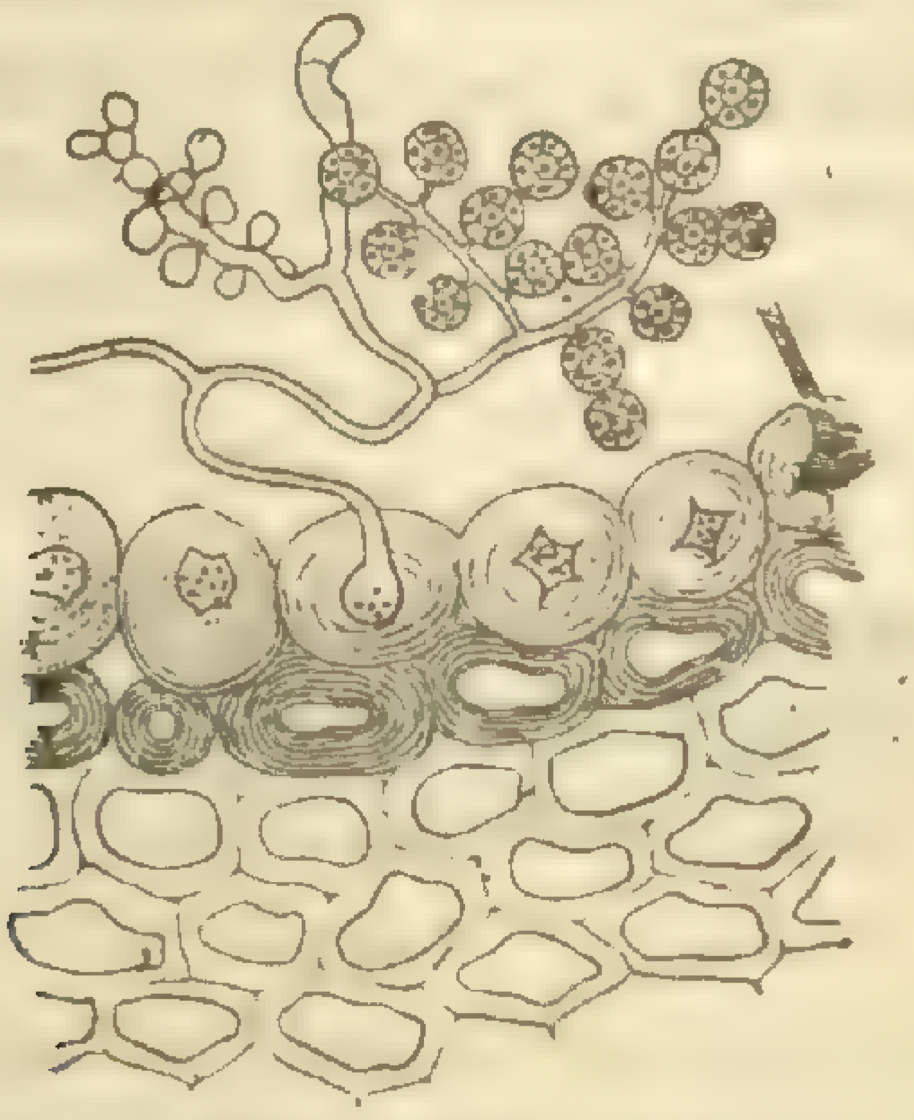


Fig. 29. — Section du sclérote d'un *Penicillium crustaceum ;* les cellules de bordure de la cavité bourgeonnent et produisent un filament ramifié se terminant par des asques nues comme dans un *Gymnoascus*.

cavité de filaments qui engendrent les asques (fig. 29). Ce rapprochement est fondé sur l'étude non seulement du *P. crustaceum*, mais d'une espèce nouvelle, *P. luteum*, à ascopores présentant des crêtes saillantes et à tubercules formés de filaments lâches (2).

Les Ascomycètes se rattachent d'après ces idées aux deux séries suivantes :

I. Sans hymenium, fructification en bouquet : 1° *Gymnoascus, Aphanoascus, Cephalotheca, Chætotheca, Microascus*; 2° *Tuber*.

II. Avec hymenium (se ralliant aux Mucorinées) : 1° *Monascus, Thelebolus, Ascozonus, Rhyparobius, Ascophanus, Ascobolus, Peziza;* 2° *Dothidées*.

Le genre *Cephalotheca* de la première de ces deux séries a été l'objet des recherches de M. Richon (3) qui décrit en même temps que les périthèces de deux espèces nouvelles, *C. palearum* et *C. cellaris*, leurs appareils conidiens

(1) On trouve aussi dans ce travail la description de deux espèces nouvelles de *Gymnoascus* et *Microascus*. Voir également Morini, *Ricerche sopra una nuova Ginnoascea* (Mem. Ac. sc. Bologna, série IV, t. X, 1889).

(2) Zukal : *Entwickelungsgeschicht. Unters. aus dem Gebiete des Ascomyceten* Sitz. k. k. Akad. Wiss. in Wien. XCVIII, 1er mai 1889).

(3) Richon : *Description de deux nouvelles espèces de Cephalotheca* (Bull. de la Soc. Myc. de France, t. V, p. 103, 2 pl. en coul.).

qui seraient pour la première un *Actinospira* ou *Myxotrichum* et pour la seconde le *Myxotrichum exhibens* et *Racodium cellare*. Malheureusement ces résultats n'ont été obtenus que par le voisinage des formes et cette méthode est sujette à caution.

Dans les Érysiphées voisines nous n'avons à relever qu'une note de M. Massee (1) dans laquelle il éclaire la synonymie des deux espèces : *Erysiphe polychæta* et *Uncinula polychæta*.

C'est aux Périsporiacées que se rattachent plusieurs Champignons pathogènes. M. Siebmann (2) a trouvé dans le pharynx d'une femme une masse de Champignons, filaments, leucocytes, épithélium. Les parties vertes ont donné à la culture l'*Aspergillus fumigatus* et l'*Aspergillus nidulans* (les parties blanches ont donné le *Mucor corymbifer*).

Dans l'oreille de l'homme, M. Lindt (3) a trouvé un *Aspergillus* dont il donne la diagnose; il est bleu verdâtre et donne des périthèces blanchâtres de 40 à 60 μ sur le pain et la pomme de terre. Il croît à la température du corps, aussi se développe-t-il abondamment dans la circulation d'un Lapin où on l'injecte, en tuant l'animal au bout de trois ou quatre jours d'une *Mycosis* générale.

Mentionnons en terminant trois espèces nouvelles de Tubéracées découvertes par M. Mattirolo (4) en Italie : *Tuber lapideum*, *Chœromyces terfezoides*, *Terfezia Magnusii*.

II. Pyrénomycètes.

Dans le groupe des Pyrénomycètes, nous relevons d'abord un travail de MM. Cooke et Massee (5) établissant que le *Balansia trinitensis*, qui rappelle par son port et ses spores filiformes les *Claviceps*, présente un développement tout différent. Tandis que ces derniers naissent d'un sclérote, le *Balansia* prend naissance sur un appareil conidien semblable à une Pezize et qui a été décrit sous les noms d'*Ephelis mexicana*.

M. Marchal (6) a décrit un nouveau Champignon des crottins de Lapin dont il a suivi le développement pendant plusieurs années. Le *Bommerella trigonospora* est une sorte de *Chætomium* à spores triangulaires, produisant un appareil conidien ayant les caractères d'un *Oospora*. La lumière nuit au développement des périthèces et favorise la production des conidies.

M. Patouillard (7) a rencontré la forme parfaite d'une Hypocréacée qui

(1) Massee : *On Erysiphe polychæta und Uncinula polychæta* (Grevillea, t. XVII, p. 76).

(2) Siebmann : *Ein zweiter Fall von Schimmelmycose des Rachendaches* (Monatschrift für Ohrenheilkunde, Kehlkopf, Nasen, Rachenkrankheiten, 1889, nº 1).

(3) Lindt : *Champignons pathogènes de l'oreille de l'homme* (Arch. f. exp. Pathologie u. Pharmakologie, XXV, 1889, p. 257).

(4) Mattirolo : *Illustrazione di tre nuove specie di tuberacee italiane* (M. acad. sc. de Turin, t. XXXVIII).

(5) Cooke and Massee : *A new developpement of Ephelis* (Annals of Botany, vol. III, nº 9, février 1889, p. 33, 1 pl.).

(6) Marchal : *Note sur le B. trigonospora* (Bull. de la Soc. bot. de Belg. 1889, t. XXVIII).

(7) Patouillard : *Dussiella, nouveau genre d'Hypocréacées* (Bull. de la Soc. Myc. 1890, p. 107).

n'avait été décrite jusqu'ici qu'à l'état stérile, l'*Hypocrea tuberiformis*. Les périthèces indiquent des affinités avec les *Epichloe* et les *Hypocrella*, mais les conidies enfermées dans une sorte de Gastéromycète placent cette plante à part et justifient la création du nouveau genre *Dussiella*.

M. Kingo Miyabe (1) a suivi le développement d'un *Macrosporium parasiticum* de Thümen ; il s'est convaincu que son parasitisme était facultatif et que cette forme était identique au *Macrosporium sarcinulæ*. En culture il a obtenu le *Pleospora herbarum*. De cette étude, il conclut que le *Pleospora herbarum* n'a pas de pycnides et que l'*Alternaria* n'est pas la forme conidienne d'un *Pleospora*. Ces deux derniers résultats sont contraires à ceux que MM. Mattrolo, Laurent, etc., avaient obtenus. Dans une note publiée ailleurs, M. Costantin a montré que la forme *Macrosporium* n'est pas aussi éloignée des *Alternaria* qu'on l'a cru jusqu'ici (2).

M. Starback (3), en étudiant trois nouveaux Pyrénomycètes, *Chætomium discolor*, *Nectria sphæroboloides* et *Nectria Haglundi*, a été amené à examiner le mode de dissémination des spores des divers représentants de ce groupe. Tous les Ascomycètes ne projettent pas leurs spores, beaucoup gélifient les membranes de leurs asques. En général, quand cette gélification se produit, les paraphyses manquent, ce qui semblerait justifier l'opinion de De Bary que les paraphyses par des pressions latérales contribuent à l'évacuation des spores. Dans le *Chætomium*, les spores non projetées restent fixées aux poils du périthèce, puis sont transportées ultérieurement au loin par le vent ou les insectes. Dans le *Nectria sphæroboloides*, la mise en liberté des spores est due à la fois à la résorption des asques et à celle du périthèce.

Dans un autre travail du même auteur (4) se trouve la description d'un genre nouveau, *Caudospora*, ainsi que celles d'un grand nombre d'espèces.

Le rôle des paraphyses est différent de celui que nous venons d'indiquer, d'après M. Boudier (5). Les paraphyses sont des organes de protection, ce rôle explique leur absence quand les asques sont protégés comme dans les Pyrénomycètes ou les Tubéracées et leur grand développement chez les Lichens à apothécies étalées. Peut-être jouent-elles un autre rôle nutritif et même sécréteur. Les expériences manquent malheureusement pour justifier ces opinions.

M. Berlese (6) a entrepris l'étude monographique des Lophiostomacées. Cette famille intermédiaire entre les Sphériacées et les Hystériacées se subdivise en neuf genres. Quant aux espèces, leur nombre doit être bien infé-

(1) Kingo Miyabe : *On the life history of Macrosporium parasiticum Thüm.* (Ann. of Botany, vol. III, nº IX, 26 p. et 2 pl.).

(2) Costantin : Analyse de la précédente note (Journ. de botanique, 1889, nº 21, p. XCVI, avec une figure dans le texte).

(3) Starbäck : *Drei nenen Pyrenomyceten* (Botaniska sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, in Bot. Centralbl. t. XLI, p. 249 et 278).

(4) Starbäck : *Ascomycetes fran Oeland och Ostergötland* (Kongl. svenska Akad. Handl. XV, afd. III, nº 2, Stockholm, 1889). — *Anteckningar öfver nagra skandinaviska Pyrenomycetes* (Bihang till kongl. svansk. XIV, afd III, nº 5).

(5) Boudier : *Des paraphyses, de leur rôle et de leur rapport avec les autres éléments de l'hymenium* (Bull. de la Soc. Myc., t. VI, p. X).

(6) Berlese : *Lophiostomaceæ* (Malpighia, t. IV, 1890, p. 40).

rieur à celui qui se trouve indiqué dans le Sylloge de M. Saccardo.

Le même auteur a entrepris la publication d'une Iconographie (1) destinée à compléter le Sylloge de Saccardo; deux fascicules ont déjà paru contenant 48 planches de Sphériacées et de Lophiostomacées.

M. Zukal (2) dans ses importantes études sur le développement des Ascomycètes a exposé l'histoire de plusieurs *Melanospora, Sordaria* et *Sporormia*. Relativement au premier genre, il pense avoir établi que l'*Helicosporangium parasiticum* de Karsten est une sorte de microsclérote qui appartient au cycle évolutif du *Melanospora leucotricha*. De pareils microsclérotes ont été retrouvés dans *M. fallax* sp. n. et dans le *Sporormia minima*. Ces microsclérotes sont d'ailleurs assez communs, M. Zukal en a observé en connexion avec les espèces suivantes : *Dendriphium bulbiflorum, Haplotrichum roseum, Peziza* et *Ascophanus saccharinus* Boud. Une espèce nouvelle de ce même genre *Melanospora* a été décrite par M. Costantin (3).

Signalons en terminant cette revision des Pyrénomycètes l'étude de M. Niel (4) sur les *Ophiobolus*, la découverte du genre nouveau *Pseudolizonia* (parasite du périanthe du *Polytrichum commune*) par M. Pirotta (5), enfin la description de plusieurs espèces nouvelles par M. Baumler (6) et MM. Prillieux et Delacroix (7).

(*A suivre.*) J. Costantin.

(1) Berlese : *Icones fungorum Sylloges Saccardianæ accommodatæ.*

(2) Zukal : *Entwickelungsgeschicht. Unters. aus dem Gebiete der Ascomyceten* (Sitzb. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, 1 mai 1889).

(3) Costantin : *Melanospora Rollandi* (Bull. de la Soc. Myc. de France, 1890. p. LXIII).

(4) Malbranche et Niel : *Essai monographique sur les Ophiobolus observés en Normandie* (Bull. de la Soc. des Amis des sc. naturelles de Rouen, 1890, p. 47 à 61 avec 1 planche).

(5) Pirotta : *Osservazioni sopra alcuni Funghi* (Nuovo Giorn. bot. ital. avril 1889).

(6) Bäumler : *Mycologische Notizen* (Œsterr. bot. Zirtsch. 1889, t. XLVIII. n° 5. — 1890, t. XL, p. 17). Espèces de Leptothyrium, Diplodia, Didymella, Zignoella, Sporonenra.

(7) Prillieux et Delacroix : *Note sur une nouvelle espèce de Physalospora* (Bull. de la Soc. Myc., t. VI, 2e fascicule).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LA CLASSIFICATION

ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE

PUBLIÉS EN 1888 ET 1889 (*Suite*).

L'on sait que beaucoup de botanistes appellent aujourd'hui *Globularia Willkommii* Nyman, la Globulaire commune désignée généralement jusqu'ici sous le nom de *G. vulgaris* L. M. Saint-Lager (1) consacre à l'examen de cette question controversée de nomenclature une intéressante brochure dans laquelle, avec tout l'esprit qui caractérise ses diverses publications, il recherche « le motif extraordinairement grave de l'anabaptisme imposé par Nyman à la *Globularia* olim *vulgaris* nuncupata », et expose ensuite « l'histoire vraie de la Globulaire vulgaire », espérant bien ainsi « démolir de fond en comble la légende de la Globulaire Willkommienne avant qu'elle ne soit plus solidement établie par un long usage. »

Le motif du changement opéré est le suivant. Nyman, dans son *Sylloge floræ Europææ*, prétend que « Linné aurait décrit sous le nom de *Globularia vulgaris* la plante fort rare qu'il découvrit dans les îles d'Œland et de Gothland, et qu'il aurait complètement omis de donner la diagnose de l'espèce commune dans l'Europe centrale et méridionale, celle que précisément tous les floristes ont indument appelée *Gl. vulgaris* L. » Bien plus, continue M. Saint-Lager, « Willkomm, flatté de voir son nom désormais associé à celui d'une plante que les botanistes européens ont souvent occasion de prononcer, est allé beaucoup plus loin, et n'a pas hésité à prétendre que Linné ne connaissait pas l'espèce appelée par presque tous les auteurs *Globularia vulgaris* ».

Voici maintenant « l'histoire vraie de la Globulaire vulgaire ». D'abord « l'appellation *Globularia vulgaris* apparaît pour la première fois dans les écrits de Tournefort. Par conséquent, l'attribution de paternité qui en est faite par tous les floristes au profit de Linné est une injustice et un mensonge historique », car il est bien certain que l'espèce ainsi nommée par Tournefort est bien la *G. vulgaris* des auteurs modernes.

Ensuite il est manifestement prouvé par divers écrits de Linné, que cet illustre botaniste connaissait la *G. vulgaris*, non pas seulement par les ouvrages de ses prédécesseurs, mais aussi pour l'avoir lui-même cultivée dans le jardin de Clifford et surtout pour l'avoir récoltée sur les collines

(1) Dr Saint-Lager : *Vicissitudes onomastiques de la Globulaire vulgaire*. Paris, 1889.

voisines de Fontainebleau, en 1738, en compagnie de Bernard de Jussieu.

Enfin, il est parfaitement établi par divers passages des *Acta Holmiæ*, du *Flora suecica* et d'un *Voyage dans les îles d'Œland et de Gothland* imprimé en suédois, que Linné ne considérait pas la Globulaire des îles suédoises comme une espèce distincte du *G. vulgaris*, mais simplement comme une variété à feuilles radicales tridentées, épaisses et luisantes, et à capitules plus gros. De plus, le type et sa variété sont tous deux étiquetés *Globularia vulgaris* dans l'herbier de Linné.

Linné admet donc l'unité spécifique des diverses formes de la Globulaire vulgaire, et par conséquent, conclut M. Saint-Lager, « l'appellation *Globularia Willkommi* n'a plus aucune raison de subsister ».

Dans ces conditions il est nécessaire de donner une description du *Globularia vulgaris* qui puisse cadrer avec le polymorphisme de cette espèce. C'est ce que fait M. Saint-Lager à la fin de son travail. La forme des îles suédoises (*G. vulgaris* Willk. non L.) constitue, selon lui, une variété *coriacea*. Cette variété n'est pas spéciale aux îles d'Œland et de Gothland; elle existe en Portugal, en Espagne et en France (Hérault, Pyrénées-Orientales et Basses-Alpes). C'est elle qui a été prise par Lamarck pour le *G. spinosa* L. et que M. Rouy décrit comme espèce distincte sous le nom de *G. Linnæi*.

Daphnoïdées.

D'après M. Miégeville (1) le *Daphne Philippi* Gren. et Godr. des Pyrénées n'est qu'une forme fertile du *D. Laureola* L. En effet tous deux croissent ensemble depuis Bagnères-de-Bigorre et Lourdes jusqu'à Héas et Gavarnie, et le second est toujours stérile.

D'ailleurs, ajoute M. Miégeville, les autres Daphnoïdées des Pyrénées centrales (*Daphne Mezereum*, *D. Cneorum*, *Passerina dioica* et *P. nivalis*) présentent constamment dans ces montagnes des individus exclusivement fertiles et d'autres stériles; il est donc assez naturel que *D. Laureola* y ait également une forme fertile et une forme stérile.

Cupulifères.

Jusqu'ici on distinguait dans le genre *Ostrya* deux espèces distinctes: l'une *O. carpinifolia* Scop., spéciale à l'ancien continent; l'autre, *O. virginica* Willd., particulière au nouveau monde. M. Fliche (2), dont l'attention a été attirée sur ce genre par l'étude d'échantillons provenant de diverses localités de Corse, n'admet qu'une seule espèce pour le monde entier, l'*O. carpinifolia*. Il estime cependant les formes américaines et corses assez distinctes pour constituer deux variétés qu'il appelle *virginica* et *corsica*.

Orchidées.

M. Camus (3), dans deux notes très courtes, décrit avec planches à

(1) Miégeville : *Étude des Daphnoïdées des Pyrénées centrales* (Bull. Soc. bot. Fr. 1888, p. 160).

(2) Fliche : *Note sur les formes du genre Ostrya* (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 160).

(3) E. G. Camus : *Orchis Timbaliana* (*O. Morio* × *O. maculata*) (Journ. de bot.,

l'appui deux hybrides nouveaux, l'*Orchis Timbaliana*, hybride évident des *O. Morio* et *maculata*, et l'*O. Luizetiana*, dont les parents présumés sont l'*O. incarnata* et l'*O. laxiflora;* de plus il signale la découverte aux environs de Paris de formes anomales de *Gymnadenia conopea* et de *Cephalanthera grandiflora*.

La description d'un autre hybride nouveau, l'*O. papilionaceo-morio*, est contenue dans la brochure de MM. Timbal-Lagrave et Marçais (1) que nous avons déjà citée plusieurs fois.

Ailleurs M. Luizet (2) signale la découverte à Fontainebleau de deux spécimens hybrides provenant du croisement de l'*Aceras anthropophora* et de l'*Orchis militaris*, mais ne se rapportant pas à la plante décrite dans Grenier et Godron sous le nom d'*Aceras anthropophoro-militaris*. Il s'agit donc ici d'un double cas d'interversion du rôle des parents.

Enfin M. Rouy (3) propose de donner le nom nouveau de *Serapias Nouletii* au S. *triboba* de la flore de l'Ouest (*S. cordigero-laxiflora* Noulet) ; en effet le S. *triboba* de Lloyd est spécial à l'ouest et est bien différent de celui de Viviani qui est une plante méditerranéenne, issue d'autres parents.

Potamées.

Dans un travail sur les *Zannichellia* du sud-ouest de la France, Clavaud (4), l'éminent et regretté auteur des premiers fascicules de la flore de la Gironde, n'admet qu'un seul stirpe, c'est-à-dire une seule espèce de premier ordre, le Z. *palustris* L. Les nombreuses formes que présente ce stirpe unique peuvent toutes être classées en deux sections distinctes, *Monopus* et *Deutopus*, suivant qu'elles présentent un pédoncule commun dépourvu, ou non, de pédicelles particuliers à chaque fruit. La section *Monopus*, à son tour, renferme deux espèces de second ordre assez tranchées, le Z. *cyclostigma* Clav., à stigmate largement clypéolé, et le Z. *lingulata* Clav., à stigmate franchement ligulé. La section *Deutopus* se divise également en deux sous-espèces, le Z. *pedicellata* Fries, à style grêle et long et à stigmate nettement ligulé, et le Z. *repens* Bœnn., à styles épais et courts et à stigmates clypéolés.

Ces quatre sous-espèces présentent d'innombrables variations qui constituent les variétés *viridis*, *ærea*, *major*, *minor*, *longipes*, *brevipes*, etc., mais, ajoute Clavaud, elles sont toujours faciles à reconnaître, malgré leur protéisme.

1888, p. 349 et pl. IX). — *Note sur des Orchidées des environs de Paris* (*O. Luizetiana nov. hybr.*) (Journ. de bot., 1889, p. 97 et pl. II).

(1) E. Timbal-Lagrave et E. Marçais : *loc. cit.*, p. 11.

(2) D. Luizet : *Sur des Orchis hybrides provenant du croisement de l'Aceras anthropophora R. Br. et de l'Orchis militaris L., découverts à Fontainebleau, le 30 mai 1889, par MM. Guignard et D. Luizet* (Bull. Soc. bot. Fr., 1889, p. 314).

(3) G. Rouy : Bull. Soc. bot. Fr., 1889, p. 345.

(4) A. Clavaud : *Sur les Zannichellia du département de la Gironde* (Actes Soc. linn. de Bordeaux, 1888).

Cypéracées.

Le polymorphisme remarquable que présente le *Carex acuta* a été étudié par M. Viviand-Morel (1).

M. Roze (2) signale chez quelques espèces de *Carex*, notamment chez le *C. præcox*, des modifications d'un tout autre genre; il s'agit de plusieurs cas de *castration thélygène* (Giard) produits par l'*Ustilago Caricis* Fuckel.

Abiétinées.

M. Doumet-Adanson (3) a observé, dans un parc, un *Abies* levé de graine en dessous d'un *Abies Pinsapo*, à proximité d'un groupe d'*A. pectinata* et présentant des caractères intermédiaires entre ces deux espèces; selon lui ce Sapin est certainement un hybride de l'*A. Pinsapo* fécondé par l'*A. pectinata*.

Fougères.

Dans la dernière édition de la Flore du bassin moyen du Rhône et de la Loire, cet ordre, comme le reste des Cryptogames vasculaires, a été rédigé par M. Lachmann (4). Nous n'avons dans ce travail spécial aucun fait saillant à noter. Citons seulement la suppression du genre *Polystichum* et le rétablissement des genres *Lomaria* (Willd) et *Phegopteris* (Fée), ce dernier avec les *P. polypodiodea* (*Polypodium Phegopteris* L.) et *P. Dryopteris* comme espèces de premier ordre, et le *P. calcarea* comme espèce de second ordre.

Signalons aussi quelques changements dans la nomenclature, par exemple, *Asplenum* et non *Asplenium*, *Adiantum capillare* et *Aspidium obtusum* au lieu de *A. Capillus-veneris* et de *A. Filix-mas*, qui semblent devoir être attribués plutôt à M. Saint-Lager qu'à M. Lachmann.

Le *Polypodium vulgare* L. est une espèce très polymorphe. M. Ballé (5) consacre deux notes à la description de diverses formes observées par lui en Normandie. Suivant cet observateur habile, ces diverses formes, sauf la forme *serratum* qui peut être constante et mériterait alors d'être conservée comme variété, ne doivent être considérées que comme des anomalies; elles sont en effet très inconstantes et peuvent même s'observer presque toutes à la fois sur un même individu.

(*A suivre.*) A. Masclef.

(1) Viviand-Morel : *Polymorphisme du Carex acuta* (Bull. trim. Soc. bot. Lyon. 1888).

(2) E. Roze : *L'Ustilago Caricis Fuckel* (*U. urceolorum Tul.*) *aux environs de Paris* (Bull. Soc. bot Fr., 1888, p. 277).

(3) Doumet-Adanson : *Note sur un Sapin hybride* (Bull. Soc. bot. Fr., 1889, p. 333).

(4) P. Lachmann dans Cariot et Saint-Lager : *Étude des fleurs*, 1889, p. 955 à 982.

(5) E. Ballé : *Note sur le Polypodium vulgare, L.* (Soc. Scienc. natur. d'Elbeuf. 1888). — *De diverses formes de Polypode vulgaire observées aux environs de Vire, Calvados* (Rev. Soc. franç. bot., 1889, p. 155).

Dufour sc.

Lythrariées (1-5) _ Aristolochiées (6-10).
Magnoliacées (11-15) - Caprifoliacées (16-19).

Imp. Bry Paris.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Ecoles, à Paris.

VIENT DE PARAITRE :

TRAITÉ
DES
ARBRES ET ARBRISSEAUX
FORESTIERS, INDUSTRIELS ET D'ORNEMENT
Cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France

DONNANT LA DESCRIPTION ET L'UTILISATION D'ENVIRON 1800 ESPÈCES ET 1000 VARIÉTÉS

Par P. MOUILLEFERT

Professeur de sylviculture à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

AVEC UN ATLAS CONTENANT 232 PLANCHES INÉDITES DONT 32 COLORIÉES

« Mon plan peut être ainsi résumé : il consiste à entreprendre d'exposer l'histoire succincte de tous les principaux arbres, indigènes ou exotiques, que l'on trouve actuellement en Europe, soit dans les forêts, soit dans les collections dendrologiques, soit dans les parcs ou jardins publics ; je parlerai aussi de ceux que l'on rencontre le plus communément dans les orangeries et dans les serres ; en un mot de tous ceux que l'on cultive au triple point de vue : forestier, industriel et ornemental ; c'est-à-dire d'environ 1800 à 1900 espèces botaniques et 800 à 900 variétés.

« Avant d'entrer en plein dans mon sujet, j'ai cru devoir commencer par donner quelques notions de Botanique spécialement affectées à l'étude des Arbres.

« Quant à l'histoire des Arbres dont il sera question, elle comprendra quatre parties principales : La première : ce qui concerne la patrie, l'origine et l'aire géographique de l'espèce décrite. La deuxième : les principaux caractères botaniques qui distinguent l'arbre étudié. La troisième partie comprendra les conditions d'existence de l'arbre, c'est-à-dire les sols et les milieux qui lui conviennent, les moyens de reproduction et d'extension dont il dispose. Enfin, dans la quatrième partie j'indiquerai la nature des produits, bois, fruit, écorce, etc., utilisables. J'indiquerai aussi le parti que l'on peut tirer de l'espèce étudiée, au point de vue forestier, ornemental et industriel.

« Je n'ai pas, il va sans dire, la prétention de faire une œuvre parfaite du premier coup ; mon travail contiendra certainement des omissions et même des erreurs inévitables dans un sujet aussi vaste ; mais l'essentiel était de commencer à faire « *quelque chose* », de faire un large cadre, ou de mettre l'édifice debout ; les tirages complémentaires ainsi que les éditions qui pourront survenir combleront peu à peu les vides, tout en améliorant l'œuvre ; aussi dans ce but je recevrai toujours avec reconnaissance les observations que mes lecteurs voudront bien me présenter.

« P. MOUILLEFERT. »

MODE ET CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le **Traité des arbres et arbrisseaux** formera un volume de texte de 1060 à 1100 pages et un atlas de 232 planches du format in-8°.

L'ouvrage sera publié en 33 livraisons, chacune de 32 pages de texte, la 1re avec 8 planches noires d'éléments de la botanique des arbres, la deuxième avec 3 planches noires d'éléments de botanique, 3 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée, les suivantes avec 6 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée dans le genre de celles de l'Atlas Masclef.

Il paraîtra deux livraisons par mois

Prix de chaque livraison : 1 fr. 25.

Les trois premières livraisons sont en vente.

En envoyant à l'éditeur, *d'avance et en une fois*, la somme de **40 francs**, on recevra l'ouvrage entier, port compris, au fur et à mesure de l'apparition des fascicules, y compris deux cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Le prix de ces deux cartons pour les acheteurs à la livraison est de 2 fr. chacun. Aussitôt l'ouvrage achevé, le prix en sera porté à 50 francs.

CORBEIL. — Imprimerie CRÉTÉ.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 mai 1891

N° 29

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 MAI 1891

Pages.

I. — STRUCTURE DU PROTOPLASMA VIVANT, (avec une planche en couleur), par **M. V. Fayod** 193

II. — DÉVELOPPEMENT DES TÉGUMENTS DE LA GRAINE (avec planches), par **M. Marcel Brandza** (*fin*) 229

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 10. — *Développement du tégument des graines : Balsaminées, Plantaginées, Linées, Rhamnées.*

PLANCHE 14. — *Structure du protoplasma* (planche en couleur).

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

STRUCTURE

DU

PROTOPLASMA VIVANT

Par M. V. FAYOD

Dans une première note sur la structure du protoplasma (1), j'ai prétendu, me basant sur l'étude approfondie d'organes végétaux et animaux injectés de mercure, que le protoplasma n'était pas une émulsion, comme l'ont prétendu dernièrement Quinke et Bütschli, mais bien un tissu réticulaire composé de fibrilles canaliculées et spiralées, à parois hyalines susceptibles d'un gonflement excessif.

Ces fibrilles canaliculées que j'ai nommées *spirofibrilles* (pl. 14, fig. 6, *a*) ont à peu près la dimension d'un *Spirillum tenue*. Elles sont très probablement composées elles-mêmes de fibrilles spiralées plus fines encore et sont tordues ensemble autour d'un axe canaliculé à la manière des serpents d'un caducée, des cordons de passementerie, ou plus exactement comme les épaississements des fibres du capillitium des *Trichia fallax*, *chrysosperma* ou *varia* (pl. 14, fig. 5) et autres espèces voisines. Ces cordons, que j'ai nommés *spirospartes* (pl. 14, ensemble de la fig. 6), sont serrés les uns contre les autres et enchevêtrés en une sorte de réticule. Leur ensemble constitue le paraplasma de Kupfer, l'hyaloplasma de Hofmeister, de de Bary, de Leydig, etc., le chylema de Strasburger, la substance interfilaire ou paramitom de Flemming, la substance interfilaire d'Altmann, etc. (2).

La partie visible, granuleuse du protoplasma, la seule qui

(1) Fayod : *Ueber die wahre Struktur des lebendigen Protoplasmas und der Zellmembran.* (Naturwissenschaftliche Rundchau V. Jahrgang n° 7.)

(2) Altmann : *Die Genese der Zelle.* (Beitrage zur Physiologie Carl Ludwig Festchrift. 1887.)

soit ordinairement colorable, n'est autre chose que le *contenu* plus ou moins accessoire de ces canalicules. C'est cette partie qui est le spongioplasma de Leydig, la masse filaire ou mitosique de Flemming, le plasma véritable de Bütschli, la chromatine de Flemming (dans le noyau), etc., etc. La constitution chimique de cette partie visible, granuleuse du protoplasma, la seule qui soit sensible aux réactifs, varie non seulement avec l'âge et l'organe de l'individu, mais encore suivant l'état physiologique où il se trouve.

C'est cette partie que nous voyons se mouvoir dans l'intérieur des canalicules par un mécanisme que nous allons expliquer tout à l'heure.

I. — Interprétation des faits déja connus.

1° *Structure réticulée du protoplasma.* — L'opinion qui vient d'être exposée a été exprimée déjà en partie par Hanstein et plus récemment par Heuser qui admettait que le protoplasma était constitué non par des fibrilles, mais par une masse hyaline sillonnée en tous sens de canalicules simples à parois pelliculaires indéfinies. Zalewski a montré clairement, quant à la division des noyaux de *Lilium*, que la chromatine se mouvait dans des fibrilles canaliculées à paroi définie et qu'il ne s'agissait pas de filaments chromatiques, comme l'admettent encore aujourd'hui Strasburger, Flemming, Guignard et leur école.

Carnoy a repris les idées de Heuser pour expliquer certains phénomènes de caryokinèse. Il a admis, lui aussi, sans connaître les travaux de Zalewski, que la nucléine se trouvait dans un boyau nucléinien, et a donné plusieurs figures (1) des différents aspects que peut revêtir la nucléine dans ce boyau. D'autre part. Janse (Pringhsheim's Jahrb., 1889, Heft II, p. 255-258) dit dans son remarquable travail sur la circulation du protoplasma chez le *Caulerpa prolifera* que l'on voit quelquefois se mouvoir dans les courants de protoplasma des jeunes trabécules de cellulose

(1) Carnoy : *Cytodiérèse des arthropodes*. (Pl. V, fig. A, d-f.)

qui y prennent naissance (p. 259) et que les trabécules arrêtent souvent temporairement les gros granules du protoplasma. Il me serait facile de multiplier les citations d'observations semblables, en m'appuyant sur les recherches de Brücke, de Reichert, de Velten et d'autres. Je me bornerai ici à rappeler que Leydig remarqua que les corpuscules colorés des *Hydra* paraissent se trouver dans la substance du réticule, et que dans son travail sur le protoplasma du *Drosera* (1) Hugo de Vries décrivit des vacuoles tubulaires et filiformes qui se scindent temporairement en chapelets de gouttelettes. Ces dernières rappellent les chapelets de granules de chromatine que Pfitzner a décrits dans la mitose des noyaux du *Salamandra* (2). Il dit avoir vu ces chapelets se diviser latéralement en deux autres; cela est secondaire, comme je le démontrerai. Carnoy a du reste déjà fait remarquer (3) qu'au moins chez les Arthropodes, ces granules ne deviennent tout à fait indépendants que par l'influence de réactifs durcissants (rétrécissants).

Dernièrement, Strasburger, Guignard et Zaccharias ont admis une migration du cytoplasma dans le noyau pendant la prophase ou seulement l'anaplase mitosique sans cependant abandonner l'idée que le cytoplasma était entièrement semi-liquide. Cependant ces mêmes auteurs, et antérieurement Flemming, Leydig, Balbiani, Schmitz, Heitzmann, Arnold, Kupfer, Frommann et beaucoup d'autres encore avaient décrit une structure réticulée du protoplasma d'une foule de cellules tant végétales qu'animales et Leydig avait remarqué que de très fins filaments de protoplasma sortaient de la membrane nucléaire (4).

2° *Structure des filaments du réseau.* — Quant à la fine structure de ces filaments, les données sont beaucoup plus rares. On peut citer une observation de Leydig à propos des cils vibra-

(1) H. de Vries : *Ueber die Aggregation im Protoplasma von Drosera rotundifolia* (Bot. Zeitg. 1886, p. 18-19).

(2) Pfitzner : *Ueber den feineren Bau die bei der Zelltheilung auftretenden Hadenförmigen Differenzierungen des Zellkers*. (Morphol. Iahrbuch. Bd., XII, 1882, p. 289.)

(3) *Loc. cit.*, p. 201.

(4) Leydig : *Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere* (Bonn, 1883, p. 95).

tiles de certaines cellules épithéliales qu'il reconnaît être entourées d'une fine ligne spiralée qui s'en détache au sommet sous forme d'une fine soie (1) et un dessin de A.-B. Lee, du protoplasma du testicule du *Fritillaria furcata* (Diptère) (2). En dehors de ces deux citations, je n'ai trouvé de données sur la structure des filaments que pour les spermatozoïdes et pour les fibrilles du noyau cellulaire.

Lorsque parut ma première communication sur la structure du protoplasma, je ne connaissais point encore le contenu des ouvrages de Leydig, de Carnoy et de Flemming. Grande fut ma satisfaction lorsque, en étudiant ces derniers, je trouvai des figures de spermatozoïdes qui coïncidaient parfaitement avec le schéma de la structure de la fibrille protoplasmique que j'avais publié.

Les plus remarquables de ces figures sont sans contredit celles de Carnoy qui représentent les spermatozoïdes d'un Chilopode, le *Lithobius forficatus* (3). En comparant mon schéma avec la figure 24, planche 1 de cet auteur, on conviendra que ces deux figures coïncident parfaitement, surtout si l'on prend en considération le texte qui se rapporte à celui de Carnoy.

Mais il ne s'agit pas là d'un fait isolé.

Il suffit d'étudier à ce point de vue les autres figures de l'ouvrage de Carnoy et celles que Leydig a publiées dans le travail cité ci-dessus pour s'en convaincre. Ce dernier auteur dessine, par exemple, le corps du spermatozoïde du *Triton cristatus* et d'un *Cypris* munis de côtes spiralées exactement comme celles des fibres du capillitium de certains *Trichia*. Cette structure est plus ou moins indiquée, au moins partiellement, dans un grand nombre de spermatozoïdes appartenant à des animaux très différents. C'est surtout dans la queue du spermatozoïde que l'on aperçoit cette disposition spiralée. Elle est très marquée, paraît-il, chez les reptiles, mais Gibbes (4) l'a constatée chez la plupart des

(1) Leydig : *Loc. cit.*, p. 126.
(2) Recueil zoologique Suisse. Tome I, n° 4, pl. 24, fig. 18.
(3) Carnoy : *Loc. cit.*, pl. 1, fig. 23 et 25.
(4) Heneage Gibbes : *On humain spermatozoa.* (Quart. Journ. of. science, 1880, vol. 20, p. 320.)

animaux domestiques qu'il a étudiés et même chez ceux de l'homme.

Or, les figures que Flemming donne du développement des spermatozoïdes du Triton sont là pour démontrer l'enroulement plus ou moins spiralé du spermatozoïde dans sa cellule mère (disposition que Kölliker avait déjà remarquée chez la majorité des spermatozoïdes animaux. Cette disposition est typique chez ceux de toutes les plantes à anthérozoïdes filiformes telles que les Characées, les Muscinées et les Fougères) (1). Les figures de Flemming démontrent en outre que le jeune spermatozoïde a lui-même une structure distinctement spiralée qui disparaît avec l'âge, à mesure que le canalicule axial s'injecte de chromatine.

Ces figures sont excessivement remarquables, non seulement parce qu'elles rendent très fidèlement l'aspect réticulaire du protoplasma injecté, mais encore parce qu'elles nous montrent dans le spermatozoïde l'individualisation et la structure d'un spirosparte. On reconnaît en effet que le spermatozoïde est composé de deux fibrilles enroulées en spirale autour d'un axe qui ne se dessine que plus tard, lorsqu'il se remplit de chromatine.

Or, si l'on se rappelle l'observation de Leydig citée ci-dessus sur les cils vibratiles des cellules épithéliales, il est très plausible d'admettre que les cils des spermatozoïdes végétaux ou anthérozoïdes et des Bactéries ne soient que des spirofibrilles déroulées autour de l'axe du spirosparte qu'elles composaient. Rappelons ici un fait qui nous servira tout à l'heure, c'est que Guignard a constaté dans son beau travail sur les anthérozoïdes des Characées que les cils de l'anthérozoïde se coloraient en bleu vert tandis que le corps du l'anthérozoïde se colorait en rouge par un mélange de vert de méthyle et de fuchsine.

On sait d'autre part, pour le noyau, que des filaments de chromatine affectent une disposition d'abord plus ou moins réticulée ou même spiralée (2), puis qui paraît plus ou moins irré-

(1) Guignard : *Développement et constitution des anthérozoïdes* (Revue générale de botanique, 1889).

(2) Strasburger : *Ueber Kern und Zellteilung im Pflanzenreiche nebst einen Anhang über Befruchtung* (Iena, 1888, p. 7).

gulièrement pelotonnée. Balbiani, Leydig (1) et Flemming ont étudié la disposition des filaments nucléaires de la larve du *Chironomus*. Or, ici, il ne s'agit que de filaments chromatiques; en effet, il suffit, dit Leydig, d'ajouter à la préparation vivante au bord de la lamelle une quantité minime de bichromate de potasse « pour voir apparaître une si grande quantité de filaments striés en forme d'anses que le noyau en est presque totalement rempli » (2). Cet auteur remarque « que ce strié se limite à l'extérieur du filament sans être cependant un simple plissement ou des épaississements ». D'autre part, il dessine un de ces filaments qui se termine par le nucléole.

Or, ces deux observations rendent probable l'opinion de Carnoy que le filament ou plus exactement le boyau, comme il l'appelle, n'est pas plongé dans un liquide nucléaire ainsi que l'admettent Strasburger, Heuser et avec eux la majorité des auteurs, mais qu'au contraire le « kernsaft » ou le suc nucléaire de ce dernier est en réalité un tissu fibrillaire, généralement invisible. Cependant Guignard croit que le réticule nucléen est formé par les anses accolées d'un filament unique (3).

Strasburger, qui a le premier mentionné chez les plantes le strié des filaments de chromatine, regarde ce strié comme étant dû à ce que le filament est composé de disques alternativement chromatiques et achromatiques. Il aurait donc, à la substance près, la structure d'une pile voltaïque. Telle est aussi l'opinion de Guignard et de Carnoy (4). Cependant Guignard a fait remarquer que primitivement le filament est composé d'une substance fondamentale hyaline dans laquelle on remarque des séries de granules de chromatine plus ou moins gros et que cette disposition segmentée ne s'observait que lorsque le filament était épaissi, enfin qu'elle apparaissait simultanément sur toute la longueur du filament. Cela se conçoit facilement si l'on admet un boyau entouré d'une spirale qui l'étrangle dès que par la pres-

(1) Leydig : *Loc. cit.*, p. 92.

(2) Ibid., p. 91.

(3) Guignard : *Nouvelles recherches sur le noyau cellulaire et les phénomènes de la division communs aux végétaux et aux animaux* (Ann. sc. nat. 1885, p. 317).

(4) *Loc. cit.*, p. 199 et 200.

sion due au gonflement, elle se gorge de chromatine qui s'y condense.

On comprend aussi que les extrémités du filament chromatique soient effilés, fait qui a été remarqué par Flemming et qui se voit aussi dans beaucoup de figures de Strasburger, Guignard, Zalewsky, et d'autres. On conçoit que toute segmentation disparaîtra dès que le filament est quelque peu incliné sur le plan optique, ainsi que l'a remarqué Pfitzner (1). Donc d'après notre idée les disques achromatiques *ne sont pas des disques, mais seulement des tours d'une spirale hyaline qui étrangle par son gonflement le tube central bourré de chromatine*. Or ce fait est rendu très plausible par les observations suivantes. Bernimoulin (2) dessine des noyaux en division de *Tradescantia* dont les filaments chromatiques sont munis « de nombreuses stries transversales parallèles, qui accusent une structure spiralée ou annelée de ce filament ». Strasburger dessine dans la figure qui doit démontrer la structure discogène des filaments (Botanisches Prakticum, fig. 180 B) d'autres filaments distinctement formés de deux fibrilles (à côté du plus gros nucléole et à droite de la figure), qui dans l'un d'eux sont tordues en spirale. Enfin Guignard (3) dit que le filament avant de se segmenter montre parfois, au lieu d'une file unique de granules chromatiques, deux rangées de ceux-ci disposées côte à côte dans l'hyaloplasme du filament ; il en déduit un dédoublement des granules.

Le même fait avait été observé déjà par Flemming (4), et antérieurement par Pfitzner, qui les prenait pour des particules d'albumine et qui déclare les avoir vues se diviser.

En observant attentivement le dessin de Lee cité ci-dessus, qui montre aussi les filaments du réticule munis latéralement de deux séries de granules, on remarque que certains couples de ces derniers sont remplacés par un trait transversal. Nous avons relevé plus haut déjà la confirmation de ce fait par

(1) *Loc., cit.* p. 294-295.
(2) Bernimoulin : *Note sur la division des noyaux dans le Tradescantia virginica*. 1884, p. 5.
(3) *Loc. cit.*, p. 319.
(4) Flemming : *Zellsubstanz Kern und Kerntheilung*, p. 215.

Carnoy, qui dit que chez les Arthropodes cette segmentation n'a lieu qu'après l'application de réactifs durcissants.

Remarquons, d'une part, que dans toutes les figures relatives à ce fait, ces granules se trouvent toujours côte à côte dans le plan de la préparation et que d'autre part Pfitzner dit expressément que ce phénomène se remarque d'autant plus distinctement que la préparation est épaisse et d'épaisseur égale ; on conçoit alors, si la spirofibrille qui entoure selon nous l'axe du filament est elle-même injectée, que par la pression de la lamelle la chromatine devra s'accumuler dans son intérieur aux points de moindre pression, c'est-à-dire sur les deux côtés de l'axe du filament dans le plan de la préparation.

De même que le canal central peut être rempli de liquide et distendu sous forme de vacuole, de même aussi la spirofibrille entourant cet axe peut être sujette aux mêmes phénomènes. Telle est pour nous l'explication plausible des nucléoles dont le contenu est sujet à varier, ce qui a engagé Carnoy et Zaccharias à en distinguer plusieurs catégories.

Plusieurs faits militent fortement en faveur de l'hypothèse que je fais ici :

1° D'après Guignard les nucléoles se colorent en vert par une solution de vert de méthyle et de fuchsine tandis que le filament chromatique se colore en rouge, c'est-à-dire se comporte comme les cils des anthérozoïdes des Characées ;

2° Le même auteur, ainsi que Strasburger, Zaccharias et avant eux Pfitzner, ont remarqué que les nucléoles sont variables quant à leur nombre et qu'on les trouve le plus souvent en dehors du filament.

L'hypothèse que je viens de faire paraît trouver une éclatante confirmation dans la figure 23 de la planche qui accompagne le travail de Zalewsky (1) et qui représente une cellule-mère de pollen du *Lilium candidum* munie d'un noyau en mitose. Les fibrilles du fuseau sont très visiblement entourées d'un épaississement spiralé de chromatine.

(1) Zalewsky : *O Dzilleniu sie Jader, etc.*, 1881.

A tous ces faits bibliographiques qui sont pourtant suffisamment probants en faveur de l'opinion que j'ai exposée au début de cet article, je pourrais en ajouter un grand nombre d'autres qui le sont tout autant; mais je me réserve de le faire dans un Mémoire très développé et auquel je travaille déjà depuis plusieurs années.

2. — Étude des spirospartes.

1° *Injections à l'indigo pulvérisé.* — Mes procédés de technique étaient imparfaits; c'est ce qui a été cause que ma Note préliminaire a été accueillie par les savants les plus compétents, sinon avec une incrédulité absolue, au moins avec une grande défiance. Mes préparations n'étaient, il est vrai, pas suffisamment démonstratives pour qu'on pût se convaincre au premier coup d'œil de l'exactitude de mes assertions. Cela tenait, ainsi que je l'ai fait remarquer dans ma première note, au gonflement excessif et inévitable de la substance hyaline qui rompt nécessairement la continuité des filaments formés par la masse d'injection et transforme ceux-ci, comme ceux de chromatine, en chapelets de granules ou de gouttelettes plus ou moins irréguliers. D'autre part si la substance hyaline ne se gonfle pas ou si elle se déshydrate, elle perd sa transparence à tel point qu'elle ôte complètement l'aspect métallique au mercure que le filament contient, et elle diffuse les rayons comme le fait par exemple une feuille de papier au travers de laquelle une lame de couteau polie n'apparaît que comme une ombre grisâtre. Enfin si la substance hyaline est totalement déshydratée et si l'eau qu'elle contenait n'a pas été remplacée par des huiles d'une certaine densité, elle devient excessivement fragile.

On conçoit dès lors qu'il est presque impossible de conserver intactes les fibrilles protoplasmiques et d'en faire en même temps des préparations démonstratives, car la transparence de la préparation ne s'obtient qu'au moyen du gonflement de la substance hyaline qui détruit sa forme. Les substances coloriées qui grâce à leur absorption lumineuse spécifique sont facile-

ment reconnaissables même à travers des corps seulement translucides, peuvent être seules employées. Malheureusement la substance hyaline à l'état pur n'est absolument pas colorable. Il n'y a que son contenu, la substance granuleuse, qui le soit.

Or cette substance granuleuse s'accumule en certains points dans le protoplasma comme le fait le mercure ou tout autre liquide dont on l'imprègne. On conçoit par conséquent que les images chromatiques ne nous donnent qu'une idée très incomplète de la véritable structure du protoplasma.

La gélatine et la colle colorée qui deviennent plus ou moins élastiques par l'addition d'un peu d'huile de ricin semblent devoir être aussi pour le protoplasma les meilleures masses d'injection.

Bien que j'aie souvent obtenu en effet de bons résultats avec ces substances, elles ont cependant plusieurs défauts, entre autres celui de diffuser dans l'épaisseur de la substance hyaline et de la colorer tout en la faisant gonfler, ce qui enlève naturellement toute netteté aux images. Les solutions métalliques (chlorure de zinc, protochlorure de mercure, azotate d'argent, chlorure d'or, protochlorure et bichlorure d'étain, etc.) simples ou mélangées, réduites par les alcalis, l'aldéhyde, l'acide formique ou citrique, etc., dessinent, il est vrai, souvent très bien certains fibrilles, mais n'échappent pas à l'inconvénient que je viens de signaler.

L'idée me vint alors de pulvériser aussi finement que possible de l'indigo, qui est insoluble dans tous les liquides cellulaires, et d'essayer d'en imprégner le protoplasma en plongeant les cellules rapidement dans une boue liquide d'indigo légèrement chauffée. L'absorption facile de cette substance par les amibes, les infusoires et les phagocytes m'engageait à faire cette expérience. Convaincu par une longue étude de l'existence réelle des spirofibrilles, je prévoyais que le gonflement de leurs parois devait au commencement du moins augmenter leur capacité et produire une dépression dans leur intérieur en vertu de laquelle le liquide ambiant devait s'y précipiter, comme dans les vaisseaux d'une plante qu'on coupe sous l'eau.

L'expérience confirma pleinement mes prévisions (voy. les figures 1, 2, de la pl. 14).

Il suffit de couper à l'aide d'un rasoir bien tranchant une hampe de Tulipe par exemple, et de la plonger dans la boue d'indigo chaude pendant quelques minutes pour retrouver (1) ensuite les granules de cette substance imprégnant non seulement le protoplasme, mais encore le noyau de cellules assez éloignées de la tranche et par conséquent parfaitement intactes. On constate alors que les granules d'indigo forment des chapelets ou même sont condensés en fibrilles d'aspect le plus souvent floconneux. Cependant pour peu qu'on examine avec attention des préparations bien réussies, on s'aperçoit facilement que certaines de ces fibrilles décrivent une trajectoire spiralée et qu'elles sont elles-mêmes formées d'une fine spirale bleue. Cette dernière ne peut être le plus souvent aperçue dans sa forme réelle qu'en faisant mouvoir la vis micrométrique du microscope; on en trouve en grand nombre pour peu qu'on les recherche attentivement. Très souvent, lorsqu'elle est serrée, cette spirofibrille injectée d'indigo strie régulièrement le spirosparte de petits traits parallèles bleus disposés en sens transversal. La figure 6 (pl. 14) rend compte de l'aspect du spirosparte et de la spirofibrille suivant les degrés d'imprégnation plus ou moins complets.

Il est rare de trouver injecté l'axe des spirospartes, fait que j'avais déjà remarqué avec les injections de mercure. Lorsque c'est le cas, on distingue un réticule régulier formé des axes des spirospartes distincts sous forme de simples chapelets de granules, avec nœuds aux points de jonction des mailles, c'est-à-dire un réseau en tous points absolument semblable à ceux que

(1) Déshydrater les coupes par l'alcool absolu, après coloration préalable au picrocarmin d'Orth (qui doit être légère) et les observer dans l'essence de girofles. On peut les monter alors dans le baume dissous dans la térébenthine, le terpinol, l'eugenol, le xylol ou le pétrole mais il faut éviter le chloroforme parce qu'il peut dissoudre l'indigo. Cette méthode est infiniment supérieure à celle de la formation du bleu de Prusse ou de Turnbull dans le protoplasme que j'ai employée après Pfeffer et Klebs, parce que les liquides cyanogènes diffusent dans la substance hyaline, ce qui empêche toute netteté de l'image. Cette diffusion est du reste très importante à constater car elle explique pourquoi les matières calcaires, siliceuses, ligneuses et autres ne dessinent que rarement les fibrilles du protoplasme.

l'on observe quelquefois à l'aide des méthodes ordinaires. Comme je ne remarque ce réticule seul injecté que dans les cellules avoisinant les stomates de lambeau d'épiderme d'Arisarum et de Tulipe et dans les préparations où la boue d'indigo chaude avait été appliquée sur la surface extérieure de ceux-ci, il semble que les axes des spirospartes constituent un système de canalicules indépendant de celui des spirofibrilles, c'est-à-dire de celui de leurs parois, et qui communique avec l'extérieur par les stomates.

2° *Injection simultanée au carmin et à l'indigo.* — Ce fait m'engagea dernièrement à injecter des courts fragments de Tulipe ou de Fritillaire de haut en bas avec la boue d'indigo, et de bas en haut avec de la boue de carmin. Bien qu'imparfaits en général les résultats que j'ai obtenus jusqu'ici par cette méthode ne laissent pas d'être excessivement remarquables (voy. fig. 3 et 4, pl. 14). En effet j'ai trouvé dans les cellules non seulement des filaments et des chapelets de granules plus ou moins distinctement spiralés, les uns bleus et les autres rouges, mais j'ai constaté la présence dans certaines d'entre elles de cordons protoplasmiques composés de deux spirospartes, l'un rouge et l'autre bleu, tordus l'un autour de l'autre de manière à présenter dans le plan optique une alternance régulière de traits rouges et bleus. Une fois même j'ai trouvé une cellule bondée des matières d'injection et qui présentait un réticule formé de spirospartes rouges et bleus engagés les uns dans les autres.

Ce fait que certains éléments du protoplasme s'injectent plus facilement dans un sens que dans l'autre, et d'autres qu'il serait trop long de rapporter ici indiquent que dans le protoplasme, chaque cordon, chaque spirosparte, et sans doute même chaque fibrille, est composé de deux éléments en spirales canaliculées ayant probablement une fonction différente. C'est au moins ce qui paraît ressortir de l'observation faite par Brücke (poils de l'ortie), Velten, Engelmann, Janse et plusieurs autres encore, de la présence de deux courants dirigés en sens inverse, non seulement dans les gros cordons de protoplasma, mais en-

core dans les plus petits (1). La structure spirofibrillaire de ces cordons est du reste indiquée approximativement dans la figure 9, planche 6, du travail de Janse (Pringh's-Jabrb., 1889). Il semble donc probable que l'un des éléments spiralé serve au courant ascendant et l'autre au courant descendant des matières plastiques. Les vacuoles accidentelles ne sont certainement que des dilatations locales de ces canalicules, ce qui explique pourquoi de Vries, Vent et d'autres leur ont toujours trouvé une paroi. Il en est probablement de même des elaïoblastes des Marchantiacées étudiées surtout par Pfeffer, des idioblastes à tannin, et des corps pigmentaires. (Voyez par exemple A. Mayer, *Der Chlorophyllkorn.*)

3° *Cordons nucléogène, schizogène et nucléolaire.* — Notre nouvelle méthode d'étude de la substance vivante et de ses dérivés confirme entièrement ce que j'ai avancé quant à la structure du noyau, à savoir que celui-ci est un nœud de plusieurs cordons de spirospartes qui le traversent en sens différents.

Le *cordon nucléogène* qui traverse la cellule dans le sens de sa longueur est composé probablement seulement de deux spirospartes qui se séparent à leur entrée dans le noyau, longent sa périphérie en formant le « kernsaft » des auteurs pour se réunir à leur sortie. Souvent, ce cordon, seul injecté d'indigo, dessine parfaitement l'ovale du noyau.

Ce dernier est traversé dans le sens plus ou moins transversal par un cordon qui s'injecte très rarement, et qui a une structure complexe rappelant celle de la fibre nerveuse. C'est à son gonflement et probablement à la multiplication par division de ses éléments qu'est due sa division nucléaire. Je le nomme pour cette raison le *cordon schizogène* (pl. 14, fig. 3, *cs*, *cs*). Ce cordon schizogène traverse plusieurs cellules et leurs parois en sens transversal ou plus ou moins diagonal pour aboutir à un autre noyau. Ainsi se confirme cette assertion de Heitzmann (2) que les

(1) Brücke : *Die Elementarorganismen.* Sitz. Ber. Kais. Acad. der Wiss. Wien, 1861, p. 404 (note).
(2) Heitzmann : Sitz. Ber. der Kais. Acad. der Wiss. 1873, vol. 67.

noyaux ne sont que des nœuds d'un réticule primaire et qu'ils sont en communication multiple avec le réticule du plasma cellulaire au moyen de trabécules. Ce dernier fait qui a été combattu par Flemming a été aussi observé par Frommann, et comme nous l'avons vu par Leydig.

Un troisième cordon ou *cordon nucléolaire*, plus fin, est constitué probablement par un seul spirosparte, aboutit au nucléole. Il est rarement distinct par cette méthode en dehors du noyau, mais à l'intérieur de celui-ci il est souvent injecté ainsique le nucléole qui apparaît noir d'indigo tant il en est bondé. La membrane nucléaire que j'ai aperçue très distinctement par d'autres méthodes et qui a une structure réticulée, paraît être composée de spirofibrilles si fines que les plus fins granules d'indigo n'y peuvent pénétrer, car je ne l'ai jamais aperçue à la suite d'injections de cette substance.

Lorsqu'on emploie le carmin et l'indigo et qu'on fait pénétrer ces substances l'une par les stomates, l'autre par la face interne d'un lambeau d'épiderme, on trouve quelquefois des noyaux bleus traversés transversalement par un spirosparte granuleux rouge. Bien que je n'aie pas encore observé le fait, il me paraît probable que l'on puisse obtenir aussi une des moitiés du noyau rouge et l'autre bleue, à cause de la structure du cordon nucléogène; mais je le répète je ne l'ai pas encore obtenu. De très bons objets pour ce genre d'étude sont la graine du Dattier et surtout la moelle de sureau. Les spirofibrilles ayant sans doute leurs parois imprégnées de cellulose conservent généralement bien leur forme dans l'essence de girofle où il convient de les examiner après déshydratation préalable dans l'alcool. Les noyaux qui sont absolument *vides de chromatine, ce qui est cause qu'ils ne se colorent plus par le picrocarmin d'Orth*, se remplissent le plus souvent entièrement d'indigo.

Pour les imprégnations à deux couleurs il faut employer des tranches de graine de Dattier ou de moelle de sureau de 2 ou 4 millimètres au plus d'épaisseur et les faire flotter assez longtemps sur la boue chaude de la substance colorante. Il faut naturellement se contenter de petites coupes superficielles faites

avec un rasoir bien tranchant après avoir lavé et essuyé soigneusement la surface.

4° *Méthode de vérification.* — Dernièrement j'ai trouvé une méthode qui élimine les derniers soupçons que peuvent laisser subsister celles que je viens de décrire. On pourrait, en effet, faire à la méthode précédente les objections suivantes. Si l'on projette un jet de liquide coloré dans un cylindre rempli d'eau, ce jet a la tendance à prendre une forme spiralée. D'autre part si l'on examine l'imprégnation de certaines substances gommeuses par un liquide (telles par exemple qu'un sirop alcoolique de gomme de Dammar dans du sucre dissous dans l'acétate de plomb) on observera des fibrilles spiralées et des réticules assez semblables à ceux que l'on remarque dans les cellules. Les expériences que j'ai décrites précédemment ne sont donc tout à fait concluantes que pour celui qui, comme moi, les a variées de mille manières et toujours avec le même résultat, car plus d'un de mes lecteurs pourrait croire mes observations factices et dues au mode de pénétration de la matière injectée. Toutefois, il est bien difficile de rapporter à cette cause la coloration exclusive d'un noyau et de certains de ses contours comme aussi le mélange de fibrilles bleues et rouges réunies en contour ou en réticules, tel que je l'ai décrit plus haut. Comment aussi s'expliquer la concordance entre les faits que j'ai observés nettement et ceux déjà signalés par de nombreux auteurs qui ont usé de procédés différents. Voyant avec quelle facilité l'indigo pulvérisé traversait les membranes cellulaires, j'eus l'idée de faire végéter des racines de Jacinthe dans de la boue d'indigo. Quatre jours après je lavai soigneusement la surface de la racine et en fis des coupes. *L'indigo avait pénétré dans un grand nombre de cellules superficielles et même dans les noyaux et autres parties du protoplasma de cellules appartenant à la deuxième et troisième assise interne.* Les granules y dessinaient des cordons spiralés floconneux et çà et là des spiro-fibrilles très nettes.

J'ai même trouvé un noyau d'un bleu foncé dans une cellule interne restée incolore, qui était relié à la paroi cellulaire par

une ligne de granules bleus décrivant une spirale autour d'un cordon protoplasmique grisâtre.

Ayant répété cette expérience avec des racines de Fèves en germination, je n'ai obtenu jusqu'ici aucun résultat dans les jeunes racines, mais par contre le protoplasma des cellules de racines plus âgées comme aussi du test de la graine et surtout des cellules du hile se montra bondé d'indigo qui dessinait en quantité et souvent très nettement des spirospartes et des spirofibrilles. Cette méthode d'auto-imprégnation d'indigo est sans contredit la meilleure que l'on puisse trouver pour démontrer la forme spiralée des éléments et arriver à déterminer exactement leur position et leur fonction. Mes résultats, si partiels qu'ils soient encore, ne laissent plus subsister aucun doute à cet égard (1).

(1) J'ai injecté de même une grande quantité de boue d'indigo sous la peau d'une grenouille. Au bout de quelque temps la peau de la grenouille avait pris une teinte bleue très nette à sa partie interne. J'en fis des préparations au picrocarmin et trouvai çà et là des noyaux et leurs cordons qui étaient dessinés par des granules d'indigo. Je me convainquis aussi une fois de plus que les corps pigmentaires de la peau de la grenouille ne sont que des noyaux avec leurs attaches qui sont remplis de substance chromogène. Lorsque cette substance est abondante elle remplit aussi les éléments avoisinants du cytoplasme. La grande ressemblance de ces corps pigmentaires avec les cellules osseuses qui m'avait déjà souvent frappé, m'engagea d'autant plus à étudier ces dernières d'une manière spéciale, qu'appelé par mes occupation actuelle à étudier l'anatomie et la physiologie des dents je cherchais à élucider la provenance des cellules osseuses du cément. Je filtrai donc ma boue d'indigo à travers le cartilage décalcifié (sous pression) d'une dent humaine en mettant sa cavité en communication avec le vide barométrique. Jusqu'ici les résultats que j'ai obtenu par cette méthode ont été très partiels, cependant ils démontrent d'une manière absolue l'existence de canalicules spirales et de noyaux enfouis dans la substance osseuse du cément et de l'ivoire. Les canalicules de cette couche et leurs fibrilles sont pris dans un tissu réticulaire à peu près comme les pieux d'une claie d'osier. Il est facile de le démontrer en plongeant dans la couleur de fines coupes du cartilage à demi desséché. Elles s'imprègnent alors instantanément. Ces recherches devant former l'objet d'une publication spéciale je ne m'appesantirai pas ici sur ce point qui m'entraînerait nécessairement à des discussions. Je me borne donc à dire que cette structure spirofibrillaire réticulée du cartilage osseux est très évidente dans les tibias de poulet si on les traite par la méthode indiquée. Des noyaux avec leurs spirospartes nucléogènes et schizogènes y sont souvent nettement dessinés, bien qu'ils ne réagissent plus au picrocarmin d'Orth... Or, d'après ce que j'ai vu en étudiant l'évolution de la dent chez un embryon de veau, je ne puis que donner raison en ce point à la doctrine de Max Schulze de la transformation *in situ* du protoplasma des cellules du tissu embryonnaire. Les corpuscules osseux sont des noyaux, ce qui concorde avec l'observation de Waldeyer qui dit les avoir vus se transformer directement en substance osseuse et avec celle de Ranvier qui remarque que quelques-uns d'entre eux se transforment en ostéoblastes (voy. Ranvier, *Traité d'histologie*, fig. 155). Il me paraît que tous les faits relatifs à la formation de l'os qu'ont rapportés Ranvier et Kölliker, etc., dans leurs traités classiques peuvent fort

3. — Constitution chimique du protoplasma.

1° *Examen critique des faits connus.* — On sait que plusieurs auteurs, entre autres Reinke, ont cherché à se rendre compte de la nature du protoplasma par l'analyse chimique, mais leurs travaux n'ont guère contribué à éclaircir la question. En effet, ils y ont découvert une foule de substances, qui, hâtons-nous de le dire, ne sont pas pour cela nécessairement contenues dans le protoplasma vivant. L'albumine a été surtout considérée comme contenant le germe vital et cela parce que jusqu'ici il a été impossible de la produire par simple synthèse chimique et que certaines observations semblaient appuyer directement cette manière de voir. Telle est celle de Schimper qui dit avoir vu se transformer directement un cristal d'albuminoïde en « lebendiges Eiweiss ».

Ce fait est probablement dû à une pseudomorphose partielle des éléments du protoplasma, dont les parois sont susceptibles

…en s'expliquer par un gonflement de la substance fondamentale qui accumule son contenu aux points de moindre pression, c'est-à-dire les noyaux (corpuscules osseux) …temporairement dans les parties du tissu qui se teignent en rouge, ce qui naturellement n'exclut pas la possibilité éventuelle d'une résorption partielle du cartilage …ssification. Quant à la substance osseuse, elle se dépose d'abord dans les parois …s spirospartes, c'est-à-dire dans les spiro-fibrilles et dans les fibrilles qui com…sent probablement ces dernières. Si elle est abondante, elle obstrue même le …men du cordon, comme cela a lieu pour la cellulose chez les plantes, l'oxalate de chaux (raphides) et probablement pour les aiguilles des éponges de Radiolaire et autres organismes inférieurs. (Voy. le dessin que donne Bütschli de son Eghelota …mmipara, dans Bronn's *Klassen und Ordnungen des Thierreicher.* Vol. I. pl. 77. …2.3.) Comme dans les cellules de l'épiderme de la face interne du calice du *Cuphéa …ides*, on trouve, comme je le démontrerai, des noyaux englobés dans une …crétion étoilée de cristaux d'oxalate de chaux, il se pourrait qu'il en soit de même chez les éponges, les coraux, etc., et que les axes de ces spicules soient dus à la …tification ou à la silicification des cordons du noyau et de ce dernier lui-même. …mets ici cette idée que pour engager les zoologistes à la vérifier (voy. Kölliker, …nes *histologicæ*, 1866. Surtout pl. 10, fig. 15, qui semble militer en faveur de cette hypothèse bien qu'il s'agisse ici d'une méduse). Quant au sang des Vertébrés, je n'ai rien à ajouter à ma première communication, mais je soutiens comme par le passé que ce dernier est un tissu ambulant offrant la structure et la consistance du protoplasme et dont les globules rouges sont les noyaux dont ils ont à peu près la structure et qui sont munis de leurs attaches comme tous les autres noyaux et probablement reliés entre eux de la même manière. Peut-être l'indigo pulvérisé introduit en grande quantité par le tube digestif pénétrerait-il non seulement les cellules de l'épithelium intestinal, mais encore il se peut qu'il pénétrerait avec les aliments dans les éléments du sang. C'est ce que l'avenir prouvera. J'ai tenté l'expérience sur une …nouille, mais sans succès ; l'animal a rejeté peu à peu tout l'indigo par la bouche.

de s'imprégner jusqu'à sursaturation de diverses substances (1). L'observation de Schimper ne saurait pas être opposée aux faits d'observation que j'ai rapportés plus haut pas plus que les déductions théoriques qu'ont tirées Löw et Bokorny, qui comme l'ont relevé Baumann, Berthold et d'autres, ne s'accordent pas avec les faits de la physiologie expérimentale. En effet les albuminoïdes, d'après Reinke et Bernstein, ne peuvent pas être la cause de la respiration, puisqu'ils trouvèrent que des organes végétaux morts dégagent dans de certains cas beaucoup d'acide carbonique. D'autre part, déjà la teneur excessivement variable du protoplasme en albuminoïdes, qui paraît même être nulle dans l'hyaloplasma, prouve que ces substances n'ont pas l'importance primaire qu'on leur avait assignée. Ce sont des produits de l'élément protoplasmique qui les fabrique dans de certaines circonstances comme les sucres, la cellulose, les essences, etc. (2).

Rappelons ici que certaines observations de Guignard semblent indiquer que le contenu des spirofibrilles est acide tandis que l'axe du spirosparte est plutôt alcalin. On sait aussi que le « suc cellulaire » et celui des vacuoles est ordinairement acide tandis que le « protoplasma » est généralement neutre ou légèrement alcalin.

(1) Les curieuses observations de J. Dufour sur les cristalloïdes des Cupressinées s'expliqueront probablement de la même manière et il semble qu'il y ait lieu de rapprocher ces phénomènes de l'allongement serpentiforme des fibrilles énigmatiques qui s'élèvent de la manchette de l'*Amanita muscaria*, au contact de l'eau. Comme celles de *Latræa squamaria*, et celles qui constituent les enduits céracés des *Strelitzia*, *Saccharum*, etc., ce ne sont probablement que des spirofibrilles dévidées.

(2) Au point de vue des propriétés physiques du protoplasma, il est très remarquable que le cordon protoplasmique, *le spirosparte et probablement le spirofibrille ont une structure qui est à tout prendre celle d'un solénoïde*. Ce rapprochement est d'autant plus digne d'intérêt que les organes végétaux et animaux se comportent comme un solénoïde. Ils se montrent polarisés avec une zone équatoriale neutre. Si on les tranche en ce point, chacun des morceaux reproduit le même phénomène, c'est-à-dire que les extrémités nouvelles sont de noms contraires exactement comme celles qu'on détermine chez un solénoïde en le partageant. D'autre part, si l'on songe qu'il suffit d'appuyer les pointes d'électrodes impolarisables communiquant avec un galvanomètre très sensible (comme celui de Lippmann ou mieux encore de Thomson) sur du papier buvard que l'on vient d'humecter d'eau distillée pour constater la présence dans celui-ci de différences de potentiels souvent assez marquées, on conviendra que le spirosparte qui est irrigué par des courants contraires a tout ce qu'il faut pour constituer un véritable aimant. On entrevoit dès lors la possibilité d'une explication purement physique des phénomènes magnétiques et électriques inhérents à tout organisme et de leur présence simultanée dans certains d'entre eux.

J'ai fait tout dernièrement quelques essais d'imprégnation d'épiderme de Tulipe avec du lacmoïde (produit parfaitement neutre dérivé de la résorcine) finement pulvérisé afin de me renseigner sur la répartition de l'alcalinité et de l'acidité dans le protoplasme. Jusqu'ici je ne puis affirmer que deux choses, c'est que le noyau se colore en bleu foncé bien tranché mais ayant une légère nuance de violet tandis que le reste du protoplasme présente cette même teinte mais en plus clair. Il est donc assez fortement alcalin, ce qui concorde avec sa propriété de se colorer par le carmin et de réduire les sels métalliques. C'est surtout le chlorure et le bichlorure d'étain, mais aussi le nitrate d'argent, etc., qui déposent leurs métaux en si grande abondance dans les fibrilles du protoplasme qu'ils les dessinent. Je puis recommander pour cette expérience l'épiderme des feuilles de taille moyenne du *Sempervivum arboreum*.

Dans plusieurs cellules, des lambeaux d'épiderme du *Tulipa maleolens* traité par le lacmoïde on apercevait en outre un point rond de la grandeur d'un grain de chlorophylle coloré en bleu de ciel très vif. Je n'ai pas encore pu me rendre compte de sa nature, mais il est de fait que les imprégnations d'indigo, de carmin, de minium et de noir de fumée mettant en évidence dans les cellules, outre le noyau, des plexus fibrillaires semblables à lui, et qui sont en nombre variable. Ils rappellent les « sphères d'attraction » décrites par Bovarie, Kölliker et d'autres.

2° *Action de l'oxygène sur le protoplasma.* — On comprend facilement l'intérêt capital que présentent de telles recherches, mais celles que je vais décrire ici sommairement sont encore plus importantes. J'ai été conduit, par une série de raisonnements, à étudier il y a deux ans déjà l'action de l'oxygène sur le protoplasma. J'ai donc traité ce dernier par le chlorate de potasse, le permanganate de potasse, le feu, le bioxyde d'hydrogène et enfin l'oxygène *à l'état naissant*. Il serait beaucoup trop long de rapporter ici mes observations principales. Je me bornerai à dire que j'ai trouvé la substance hyaline inoxydable, mais que, par contre, la substance granuleuse du protoplasma est suscep-

tible de se transformer entièrement en substance hyaline sous l'influence de l'oxygène à l'état naissant.

Le fait est facile à démontrer : Il suffit de prendre des *jeunes* spores de *Mucor*, de *Pilobolus* ou des Infusoires et de les observer dans une goutte d'eau suspendue dans une chambre humide (1). Cette dernière doit être fermée hermétiquement et munie de deux tubulures latérales, par lesquelles on fait passer dans son intérieur un courant d'oxygène à l'état naissant après avoir débarrassé préalablement celui-ci de son acide carbonique en lui faisant traverser une bouteille de Wulf, contenant de la potasse caustique.

Dès que le courant d'oxygène s'établit on voit se gonfler les spores de Mucor ; dans leur intérieur apparaît alors tout un système de fibrilles plus ou moins réticulées. Ce gonflement, auquel participe la membrane aussi bien que le protoplasme, se continue jusqu'à ce que toute la substance granuleuse ait disparu et que la spore, devenue énorme, disparaisse totalement en se fondant pour ainsi dire dans la goutte de liquide. Si l'on dessèche cette dernière à ce moment, il reste sur la lamelle des gouttelettes réfringentes qui se teignent à peine par les couleurs d'aniline.

Si l'on opère de la même manière sur des Paraméties et des Vorticelles, on observe à peu près les mêmes phénomènes ; dès qu'ils ressentent l'oxygène, les infusoires se montrent agités : les Paraméties se meuvent rapidement dans tous les sens ; les Vorticelles se contractent en s'enroulant brusquement et plus souvent sur leurs tiges. Il est évident que l'oxygène agit d'abord sur eux comme stimulant. Au bout de peu de temps cependant, les Paraméties semblent prises de tournis : ils tournent en se mouvant de plus en plus lentement sur la périphérie d'un cercle, la bouche constamment tournée en dehors de celui-ci. Lors-

(1) J'ai employé pour ces recherches une chambre humide de mon invention, composée d'un épais anneau de caoutchouc aplati reposant sur un disque de verre de même dimension. Ce dernier et la lamelle sont maintenus à l'aide d'un compresseur en métal qui permet d'obtenir une fermeture hermétique de la cellule.

J'ai déposé ce petit appareil. On peut se le procurer à la Société centrale des produits chimiques, n^{os} 42 et 44, rue des Écoles, Paris.

que les Paramécies sont nombreux, on ne peut imaginer un spectacle microscopique plus singulier, et on peut s'empêcher de comparer ces infusoires à un bateau à deux rames dont l'une ne fonctionne plus. En même temps, c'est-à-dire dès que l'infusoire commence à beaucoup ralentir ses mouvements, sa membrane se couvre de stries longitudinales très distinctes engagées dans un réticule de fibrilles excessivement déliées, quoique cependant fort distinctes aussi.

Dans l'intérieur de l'infusoire le noyau ou au moins une grande masse arrondie plus claire à son centre, se couvre de longs chapelets de petites vacuoles ondulés comme des demi-tours de spires. L'infusoire paraît augmenter quelque peu de volume, enfin ce strié superficiel s'efface peu à peu et l'on voit sortir latéralement du corps de celui-ci sous forme d'hernie une masse de substance hyaline ne contenant que de rares granulations. Cette transformation se produit souvent aussi à la partie postérieure de l'infusoire, qui paraît se fondre en se transformant en cette substance.

Si l'on dessèche la préparation et qu'on la colore comme s'il s'agissait de Bactéries, on constate que cette masse hyaline se teint seulement, en rose clair par le rose bengale tandis que la partie du protoplasma qui n'a pas subi de transformation aussi complète se colore fortement. Quant aux Vorticelles elles finissent par devenir immobiles ; leur tige est alors parfaitement rectiligne distendue et amincie. Peu avant que ses mouvements cessent, on peut constater pour celle-ci la présence d'un fin filament grisâtre enroulé en spirale, à tours très rapprochés, que l'on aperçoit aussi souvent, si l'on traite les Vorticelles par l'acétate de plomb en solution aqueuse (1). Dans le protoplasma de la Vorticelle, on distingue aussi souvent très nettement des cordons spiralés striés. Ces derniers disparaîtront enfin et le corps de l'infusoire paraît rempli d'une substance réfringente homogène rappelant la colle d'amidon par son aspect (2).

(1) La tige des Vorticelles est donc un spirosparte, et ce fait acquiert un intérêt considérable quand on songe que vu leur structure les spirospartes intra-cellulaires doivent se mouvoir de la même façon.

(2) Cette transformation en hyaloplasma s'observe facilement sur les spores des

Il ressort de tous ces faits, comme aussi de plusieurs autres observations qu'il serait trop long de rapporter ici, que *la partie granuleuse du protoplasma est susceptible de disparaître par l'action de l'oxygène actif et que cette disparition est accompagnée d'un gonflement excessif du protoplasma, dont il ne reste que la substance hyaline.* On conçoit que ce gonflement doive condenser et rendre visible sous forme de fibrilles le contenu des canalicules.

La disparition de ce contenu, c'est-à-dire des granulations et l'augmentation excessive de volume de la substance hyaline qui accompagne ce phénomène, rendent on ne peut plus plausible l'hypothèse que la substance hyaline soit un produit de l'oxydation, c'est-à-dire de la respiration. En tout cas, les faits que je viens de signaler expliquent pourquoi les zoospores ont un protoplasma hyalin à la base de leurs cils, pourquoi les Amibes, etc., sont revêtues d'hyaloplasma et pourquoi enfin, les oosphères des Mousses, des Fougères, des Characées, etc., ont leur partie incolore située sous l'ouverture du canal qui y conduit. Il y aura donc lieu de rechercher si le déficit en oxygène du $\frac{CO^2}{O}$, déficit qui, comme l'on sait, se remarque non seulement chez les animaux, mais chez les végétaux (1), n'est pas dû à ce que l'oxygène a été employé à former de la substance hyaline. S'il en était ainsi, l'acte de la respiration serait l'acte créateur de la substance fondamentale des organisme et les produits de la respiration n'en seraient que les déchets.

Champignons (par exemple celles de Morilles, etc.), si on les maintient dans une atmosphère humide. Elles se décomposent alors en un amas de granules d'hyaloplasma. Il en est de même des Bactéries qui doivent à ce fait leur dégénérescence et formes d'involution. Je l'ai observé surtout sur des micrococcus dérivés du *Bacillus muralis* (dont je publierai la physiologie). Ils commencent par former des micrococcus « capsulés » exactement tels que les représente la figure 30 B. de Zopf (Spaltpilze 1885 ou Cornil et Babes, Bactéries, fig. 62 B). Petit à petit la chromatine se transforme entièrement en hyaloplasma et l'on observe de petites sphères hyalines que l'on ne perçoit que par les granulations qui les entourent. Ce fait est excessivement important si l'on songe qu'une telle Bactérie est invisible dans l'eau pure, mais qu'elle peut régénérer sa chromatine si on la cultive dans une solution de peptone.

(1) G. Bonnier et Mangin : *Recherches sur la respiration des végétaux* (Ann. des sc. nat. 1884-1886).

3° *Constitution chimique de la substance hyaline.* — Quant à la constitution chimique de la substance hyaline, elle donne à réfléchir. Je l'ai étudiée pendant longtemps jusqu'à ce que les expériences que je vais indiquer ici m'aient montré qu'elle ne peut pas être autre chose qu'un composé de carbone et d'oxygène $(CO)^x$ ou $(CO^2)^x$ à moins que ce soit une nouvelle forme du carbone pur, ce qui n'est guère probable.

En effet, si l'on fait une coupe à travers une feuille d'*Agave*, de *Mesembryanthemum acinaciforme*, de Tulipe, ou toute autre plante succulente, après l'avoir « pelée » et qu'on la fasse chauffer sur une lame de verre, on verra dès qu'elle aura pris une couleur brun-havane (c'est-à-dire vers 140° centigrades) se former autour d'elle une auréole d'une lave hyaline, que l'on ne perçoit guère que par ses plissements et les petits trous dont elle est criblée. Cette lave, qui s'effrite sous la pointe de l'aiguille, est excessivement hygroscopique peut-être à cause des sels calcaires qu'elle contient, mais elle ne gonfle que très peu, ou pas, dans l'eau. Elle ne se colore absolument pas par les couleurs d'aniline, se noircit légèrement par l'acide phénique pur, gonfle par l'acide sulfurique sans se détruire et se colore ensuite (après avoir été lavée) par l'éosine. Ce qui prouve qu'elle retient un peu d'acide sulfurique qui précipite cette substance.

Si l'on maintient directement la préparation sur la flamme jusqu'à ce que tout le charbon se soit brûlé et que la préparation soit blanche, on remarque que tout le détail des cellules et souvent des noyaux est indiqué par une substance hyaline plus ou moins granuleuse dans laquelle on distingue quelques fibrilles rendues très évidentes par leur contenu carbonisé. Si on lave la préparation à l'acide chlorhydrique même pendant deux heures et qu'on dessèche ensuite, on retrouve encore tout le réticule cellulaire indiqué par cette substance hyaline. On peut continuer à apercevoir cette structure (avec l'*Agave*) dans des préparations chauffées jusqu'à 561° et au delà. J'ai déterminé cette température en me servant de petites particules de différents sels réduits en poudre et dont on connaît exactement

le point de fusion. La température indiquée est celle de la fusion du borax (1).

Si l'on chauffe davantage encore tout disparaît complètement et si la lame de verre ne s'est pas brisée, sa surface paraît parfaitement nette (2).

D'autre part, si l'on fait macérer des tissus de végétaux dans du permanganate de potasse on obtient une masse floconneuse brunâtre qui, traitée par l'acétate de plomb, l'acide chromique, le nitrate d'argent, etc., se résout en une quantité de fines spirales hyalines qu'on découvre par une observation attentive et qui ne sont probablement que des spirofibrilles, à qui sont mélangés des granules bruns ou noirs (3).

Il ressort de ces observations que *la substance hyaline doit être un corps organique saturé d'oxygène* puisqu'il paraît inoxydable pour ainsi dire. A tous les points de vue, la substance hyaline est donc digne d'attirer l'attention des chimistes et des physiologistes.

4. — Application aux principaux phénomènes de la physiologie végétale.

Parmi les propriétés de la substance hyaline vivante, il y en a une qui est très importante, c'est son pouvoir de s'imbiber jusqu'à sursaturation d'eau et d'autres liquides. Cette propriété trouve son explication dans sa structure canaliculée spiralée.

(1) Je remarquerai ici que les fibrilles spiralées que l'on aperçoit dans cette lave peuvent très bien être factices, car il s'en forme de très jolies disposées en gerbe avec des granules de borax fondu sur une lamelle, évidemment à cause des différences thermiques de la masse en fusion.

(2) C'est probablement là la raison pour laquelle, ayant essayé d'en préparer une grande quantité en brûlant des tiges de Tulipe dans un creuset en platine sous un feu modéré je n'en obtins que fort peu et en granules microscopiques.

(3) J'ajouterai encore que le paramylon des *Euglena*, auquel on donne la formule $C^{12} H^{10} O^{10}$, c'est-à-dire celle de la cellulose (voy. Beilstein Handbuch der Organ. Chemie) possède exactement les mêmes propriétés que la substance hyaline. La plupart de ces granules se *fondent* au feu sans noircir, alors que le reste de l'*Euglena* est déjà totalement carbonisé, et se comportent tout à fait comme cette dernière. Or, il suffit de cultiver ces Flagellés dans une solution de glucose ou de peptone pour qu'elles produisent du paramylon en si grande quantité dans leur intérieur qu'elles en éclatent. Elles produisent cette substance à l'obscurité aussi bien qu'à la lumière diffuse, mais il suffit de les exposer à la lumière directe du soleil pour leur faire résorber tout le paramylon qu'elles avaient accumulé dans leur intérieur.

Cette structure que nous constatons dans une foule de cellules, dans le cordon protoplasmique, dans le spirosparte, paraît se répéter dans la spirofibrille, elle apparaît quelquefois distinctement striée; tout porte à croire que cette structure se répète ainsi jusqu'à des canalicules intermoléculaires, ce qui reviendrait à dire que la structure spiralée est due à la forme du tagme, de la micelle ou de la molécule de substance hyaline vivante. Cette dernière constituerait donc de par sa structure un véritable filtre moléculaire, et les dernières couches périphériques de chaque élément peuvent éventuellement être imperméables à la plupart des corps.

Or, on conçoit que lorsque les parois d'un tube spiralé se gonflent, toute la spirale doive s'allonger ; mais que si son intérieur se gorge de substance, la spirale doive au contraire se raccourcir.

Si simple que soit ce raisonnement, il ne suffirait pas moins à expliquer, avec la sursaturation de la substance hyaline, les principaux phénomènes de la physiologie végétale.

1° *Accroissement de la cellule.* — La constitution du protoplasma et la disposition longitudinale des principaux spirospartes dans la cellule végétale font voir pourquoi cette dernière croît dans un sens déterminé et ne devient pas simplement sphérique en se gorgeant de liquide, comme l'implique l'idée que le protoplasma est un liquide soumis aux lois de l'hydrostatique. Or, d'après ce que nous venons de dire, il est évident qu'un protoplasma mal nourri et qui peut se gorger d'eau produira un accroissement excessif, ce qui est conforme à l'observation. Les plantes étiolées et l'influence des radiations calorifiques en sont la preuve.

2° *Géotropisme.* — Je ne chercherai pas à expliquer complètement ici les nombreux phénomènes de la physiologie, car elle m'entraînerait nécessairement à des discussions étendues. Cependant, je vais parler de quelques-uns d'entre eux, et d'abord du géotropisme qu'on peut considérer comme l'un des problèmes les plus difficiles de la physiologie végétale. On l'a dit, toute explication du géotropisme qui est digne de ce nom doit expli-

quer à la fois le géotropisme positif et le géotropisme négatif. Or voici une explication qui repose sur les considérations développées plus haut et qui me parait répondre aux données du problème.

Les imprégnations de protoplasma, au moyen de poudres insolubles colorées, nous montrent que celui-ci est composé de systèmes de canalicules spiralés communiquants. Donc, les matières plastiques qui se trouvent dans l'intérieur de ces systèmes subissant l'influence de la pesanteur, s'accumuleront dans la partie inférieure de tout organe ou cellule végétale. Il en résultera une augmentation du diamètre de ces canalicules qui rétrécira les spirales inférieures et diminuera par conséquent la pression longitudinale dans cette région, tandis que les spirospartes de la partie supérieure, ne contenant que du liquide, s'allongeront en vertu du gonflement de leurs parois.

Il y a donc dépression sur la paroi inférieure et pression sur la paroi supérieure dès que le contenu des canalicules sera suffisamment dense pour ne pas pénétrer dans les parois des spirospartes et rester dans le canalicule. On conçoit que cela suffise entièrement à expliquer le géotropisme négatif et les nutations des jeunes organes végétaux (fleurs de Pavot, pousses de Vigne-vierge, etc.), comme aussi le fait que les jeunes organes sont quelquefois insensibles (1).

Le même raisonnement nous rend aussi compte du géotropisme positif. En vertu de la même action qui accumule les gros matériaux à la base d'un éboulement de rocher, nous comprenons que le sommet de la plante ou de la cellule doive être muni de matériaux plus fins susceptibles de pénétrer dans l'intérieur des parois des spirospartes, c'est-à-dire dans les spirofibrilles, etc. Il en résultera alors un gonflement excessif, comme celui que nous voyons se produire en imprégnant le protoplasma avec des huiles, du sirop de sucre ou tout autre liquide dense susceptible de pénétrer la substance hyaline. Nous obtiendrons donc à la surface inférieure des cellules une pression supérieure qui sera le moteur du géotropisme négatif.

(1) Rappelons ici qu'Elfving et Wortmann ont remarqué un épaississement de la couche protoplasmique sur la paroi inférieure des cellules à géotropisme négatif.

Voici, me semble-t-il, une explication plus simple que celle émise par Sachs de deux substances se trouvant dans le Champignon aussi bien que dans le Baobab et qui seraient les moteurs des deux géotropismes. Notre théorie prévoit aussi le fait que les plantes aquatiques dont les tissus sont très perméables à l'eau sont peu ou pas sensibles au géotropisme. Telles sont beaucoup d'Algues et un certain nombre d'autres hydrophytes. Elle concorde aussi avec les observations de Kraus qui trouva toujours la partie convexe de l'organe plus riche en eau que la partie concave.

3° *Ascension de la sève.* — Un autre phénomène de la physiologie végétale qui a donné lieu, lui aussi, à beaucoup de discussions est le mécanisme de l'ascension de la sève dans les plantes. Or on conçoit fort bien, si les canalicules contiennent des granules, etc., que ceux-ci ne puissent éventuellement pas passer au travers des membranes. C'est pour élargir les pores des membranes des cellules que je chauffe la boue d'indigo lorsque je veux obtenir une imprégnation parfaite de celle-ci. Si donc le canalicule est vertical, les granules s'accumuleront sur le pore de la paroi inférieure et l'obstrueront. Mais si le canalicule augmente son diamètre par une raison quelconque (acidité, chaleur, oxydation), il se produira une dépression dans son intérieur qui appellera du liquide de la cellule inférieure. Si ensuite ce canalicule se rétrécit (ce qui aura lieu déjà par l'imbibition de ses parois), son contenu liquide trouvera son ouverture inférieure fermée par les granules qui fonctionnent comme une soupape et sera pressé dans la cellule supérieure.

On voit donc que Böhm, Westermayer, Weber et d'autres encore avaient raison de croire que le courant transpiratoire montait par le lumen de la cellule, mais vu la structure de la membrane que nous allons décrire tout à l'heure, Unger et ses partisans n'avaient pas tort non plus de croire qu'il passait par celle-ci. On conçoit de plus qu'en imprégnant l'extrémité de rameaux feuillés avec de la gélatine, Errera obstruait non seulement les canalicules du protoplasme cellulaire, mais aussi

les canalicules de la membrane et que dès lors les rameaux étaient bien obligés de se flétrir.

4° *Irritabilité.* — Une autre catégorie de phénomènes trouve son explication naturelle surtout dans la propriété de la substance hyaline de se sursaturer de liquide. Elle comprend en première ligne les phénomènes dus à l'irritabilité. Nous avons vu en effet que toute spirale dont les *parois* se gorgeaient de liquide devait nécessairement s'allonger et produire une pression sur la paroi cellulaire dirigée dans le sens de son extension, c'est-à-dire le sens longitudinal. Or ceci rend compte non seulement de l'accroissement intense des végétaux après des pluies chaudes et de la formation du bois du printemps, mais encore de l'irritabilité et d'un certain nombre d'autres phénomènes de physiologie végétale. On conçoit, en effet, que toute secousse ou toute pression brusque qui s'exerce sur une spirale qui est allongée grâce à la sursaturation de liquide dans ses parois, doive faire affluer le liquide dans son canal axillaire et par conséquent doive nécessairement le raccourcir et produire une dépression dans cette région de la cellule et de l'organe. Si l'irritation est unilatérale, les spirospartes qui n'ont pas été atteints par la secousse bénéficieront du liquide perdu par ceux qui ont été atteints, et cela en vertu de la communication des canalicules du protoplasma. Il se produira donc non seulement une dépression dans la partie irritée, mais encore un surcroît de pression dans celle qui lui est opposée, ce qui explique parfaitement le mécanisme de la contraction en général et concorde entièrement avec les faits connus (1). En effet, pour ce qui concerne l'irritabilité Pfeffer a démontré (2) que la pression statique n'avait pas une action irritante si elle était également répartie sur l'organe sensible, mais que ce dernier réagissait à des différences même minimales de pression. On comprend aussi que le contact de

(1) Voyez surtout les travaux de Sachs (cités dans ses *Vorlesungen*) et de Kraus (*Biol. Centralblatt.* 1881, p. 259).

(2) W. Pfeffer : *Zur Kenntniss der Kontaktkreize* (Unter bot. Inst. Tubingen. 1893, p. 484).

gélatine gonflée d'eau et d'huile ne produise pas de contraction (1), attendu que l'humidité et les huiles grasses tendent à dilater les parois des organes moteurs.

5° *Héliotropisme.* — Le phénomène de la rigidité aphotonique semble démontrer, au reste, que si les secousses moléculaires sont supprimées, la sursaturation de l'hyaloplasma de liquide acquiert une certaine stabilité.

Donc l'héliotropisme positif paraît être dû à ce que les ondes lumineuses produisent une secousse moléculaire et empêchent la sursaturation de liquide de la substance hyaline qui constitue les parois des spirospartes. On comprend dès lors que ce soient les radiations violettes qui aient le plus d'énergie, tandis que les radiations rouges qui sont les plus calorifiques ont une action plutôt contraire sur le protoplasme, parce que la chaleur en dilatant les corps tend à favoriser le gonflement de la substance hyaline. Or ceci est démontré par une observation de Velten (*Physical Beschaffenheit der pflanz. Protoplasmas.* Sitz. Ber. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, 1876, p. 144), qui dit que la lumière dépouillée de ses rayons réfrangibles provoque en certains points de la cellule des accumulations de protoplasma granuleux montrant des mouvements amiboïdes.

Voici pourquoi la chaleur et l'humidité agissant latéralement sur une cellule ou sur un organe y provoquent un thermotropisme ou un hydrotropisme négatif tandis que ces mêmes agents agissent inversement sur des points végétatifs (de mycélium, par exemple, qui croît vers la lumière et surtout vers l'humidité) parce qu'ils tendent à diminuer la pression dès que la paroi cellulaire n'a pas suffisamment de consistance pour fournir un point d'appui aux éléments actifs.

Quant à l'héliotropisme négatif, tel qu'on l'observe chez le Lierre et surtout chez l'*Anemone pavonina*, il peut être éventuellement déterminé par la production dans le protoplasma, sous l'influence des rayons solaires, de substances qui ont le pouvoir de faire gonfler fortement la substance hyaline. La lumière fa-

(1) Pfeffer : *Loc. cit.*, p. 488 et 492.

vorisant l'assimilation, on conçoit, d'après ce que j'ai dit plus haut, que si l'organe moteur est bondé de substance granuleuse (chromatine), celle-ci se transformera en substance hyaline du côté de la lumière ; et comme cette transformation est accompagnée d'un gonflement, cela peut être la raison d'un accroissement et d'une plus grande pression de ce côté.

6° *Autres faits.* — Cette transformation de l'infarctoplasma (1) en hyaloplasma explique aussi par le gonflement qu'elle détermine deux faits importants, à savoir que la plus grande activité d'accroissement ne se rencontre pas aux points végétatifs qui sont bondés de protoplasma granuleux, mais à quelque distance au-dessous de ceux-ci. C'est qu'en effet l'oxydation de l'infarctoplasma qui détermine l'expansion commence graduellement, atteint un maximum et s'éteint rapidement à cause du manque de nourriture, car en vertu de ce même gonflement qui se fait dans une cellule à parois résistantes, le reste du contenu des éléments du protoplasme qui n'a pas encore pénétré les parois de ces éléments au moment où ce gonflement se produit, ce contenu, dis-je, se trouve chassé aux points de moindre pression, c'est-à-dire hors de la cellule vers le point végétatif où il s'accumule.

Ce phénomène rend compte de la formation de jets gourmands au collet des racines et de ceux de bourgeons au-dessous de ligatures faites à des rameaux. Ces faits acquièrent un intérêt capital quand on songe que d'après cela la position des feuilles et des organes en général nous rend compte de l'existence d'autant de points de moindre pression. Or la phyllotaxie nous les montre situés aux points d'intersection de « spirales génétiques » qui pourraient en réalité bien être des résultantes des forces développées dans chaque cellule.

C'est probablement aussi au gonflement de l'infarctoplasma accumulé dans les éléments du protoplasma, qu'est due la multiplication de ces derniers par division longitudinale. Plusieurs faits qu'il serait trop long de rapporter ici semblent l'indiquer

(1) Je propose ce nom pour désigner le contenu ambulant des canalicules protoplasmiques.

clairement. S'il en était ainsi la formation de la plaque cellulaire et la dorsiventralité d'organes plagiotropes seraient susceptibles d'une explication mécanique.

Je me bornerai ici à ces quelques indications très sommaires que je viens de donner des principaux phénomènes de la physiologie végétale, mais je me réserve d'expliquer d'une manière tout aussi naturelle le mouvement ambulatoire des Amibes, des Plasmodies, des Bactéries et des Diatomées. D'après une série d'expériences et d'observations nouvelles qui m'ont été dictées par les points de vue indiqués ci-dessus, je suis parvenu à des résultats qui concordent avec les nombreuses données bibliographiques et les complètent de manière à les rendre parfaitement compréhensibles. Je montrerai que les Amibes paraissent se mouvoir vers le point de moindre pression de leur surface en vertu de l'élasticité de leur couche cuticulaire et que la projection des pseudopodes est probablement un phénomène d'expansion des spirospartes due à une oxydation, ce qui explique pourquoi elles se dirigent vers l'oxygène tant qu'elles n'en sont pas saturées. En d'autres termes l'Amibe s'avance dans l'eau comme le contenu des cellules d'un *Vaucheria* lorsqu'on vient à rompre sa membrane. La seule différence est que chez l'Amibe la membrane se forme continuellement et qu'elle est continuellement comme coupée par l'oxygène qui la ramollit en un point.

Quant au mouvement des Bactéries l'emploi de l'eau de baryte montre non seulement que même les Bacilles sont des spirospartes, mais encore que leur mouvement est dû à la production, dans l'intérieur du bacille, d'acide carbonique qui agit comme moteur en s'échappant par la spirofibrille à l'extrémité caudale du Bacille. Ces derniers se tordent souvent plus ou moins en spirale par la formation en cet endroit d'un volumineux granule de carbonate de baryte.

Le mouvement dure dans un sens jusqu'à ce que par le gonflement dû à l'oxydation, l'infarctoplasma se soit accumulé à l'autre extrémité du Bacille avec laquelle communique probablement l'autre spirofibrille qui fait échapper l'acide carbonique en sens opposé.

Mes observations concordent avec celles de Trenkmann (1) et d'autres pour démontrer que les cils communiquent avec le corps du Bacille ou autrement dit, que les spirofibrilles communiquent avec la lumière du spirosparte. On conçoit alors en effet que les cils puissent s'injecter de chromatine et devenir colorables après l'action de mordants durcissant la surface tels que des acides tanniques, etc., suivie de celle de substances provoquant un fort gonflement, telle que l'acide chlorhydrique et surtout l'acide phénique.

Cette structure spiralée de tout Bacille explique pourquoi ce dernier présente exactement les mêmes phénomènes que la fibrille protoplasmique. En effet le microbe peut avoir son axe injecté de chromatine ou il peut être étranglé en une série de gouttelettes ou de fragments, comme on le remarque si fréquemment chez le Bacille de la tuberculose, etc.

Il peut, le cas échéant, se transformer en Spirille (Zopf, Metschnikoff et d'autres) et dans certaines Spirilles, telles que le *Spirochæte plicatilis*, on trouve d'après Koch (2) le microbe formé d'une ligne doublement ondulée, c'est-à-dire représentant distinctement un spirosparte.

Il est remarquable d'autre part que les Bactéries pathogènes et bon nombre d'autres ont toutes les formes correspondant à celle des éléments du protoplasma. Nous trouvons des formes correspondant aux axes des spirospartes (*Leptotrix*, *Bacillus*), d'autres spiralés ou ondulés correspondant aux spirofibrilles et aux spirospartes (*Spirillum*, *Spirochæte*, etc.), et enfin aux granules d'infarctoplasme par des *Micrococcus* (*Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*), qui sont toujours plongés dans un mucus incolore dont on a jusqu'ici négligé l'étude. D'autre part cette structure réticulée apparaît distinctement dans les vieilles colonies du *Cohnia* (voy. Winter : *Die Pilze*, p. 39) tandis que les jeunes paraissent n'être formées que d'un amas de *Micrococcus*.

(1) Trenkmann (Centralblatt Bakteriologie u. Parasitenkunde, vol. 6, nos 16 et 17 : *Die Färbung der Geisseln von Spirillen und Bacillen*.

(2) Cohn's Beiträge zur. Biol. Bd. II. Heft 3.

Quant à la structure de la membrane végétale je ne puis que répéter ce que j'ai dit dans ma première communication, à savoir qu'elle possède exactement la même structure que le protoplasma. Ce n'est que du protoplasma imprégné de cellulose. Cette structure est mise en évidence dans beaucoup de membranes, comme le montrent les figures et le texte des ouvrages de Cruger (1), Strasburger (2), Russow (3), de Janczewski (4), de Klebs (5), Frank (6), de Wiesner (7), de Zaccharias (8) et d'autres encore. Je ne discuterai pas ici les nombreuses données de ces auteurs et me bornerai à dire *que la structure spirofibrillaire de la membrane peut être très facilement démontrée en plongeant de la moelle de sureau dans une boue d'indigo finement pulvérisée et chaude* (9). On déshydrate par l'alcool, et on observe dans l'essence de girofle. Outre les restes de protoplasma et de noyaux, la membrane des cellules de la tranche se montre composée de spirofibrilles blanches souvent très nettement dessinées. Ce fait explique les remarquables résultats de Wiesner sur la membrane végétale.

CONCLUSIONS.

On peut déduire de l'ensemble des recherches précédentes les conclusions principales qui suivent :

(1) Cruger : *Bot. Zeit.* 1855.
(2) Strasburger : *Ueb. den Bau und der Wachstuum der Zellhaüte.* Iena, 1882.
(3) E. Russow : *Zur Kenntniss der Hölzes insonderheit der Coniferenholzes.* (Bot. Centralbl. Bd. XIII, 1883.)
(4) E. Janczewski : *Organisation dorsiventrale dans les racines des Orchidées* Ann. Sc. nat. 1885, p. 55).
(5) Klebs : *Beitrage sur Biologie und morphol. der Keimung.* (Unt. bot. Inst. Tübingen, vol. 1).
(6) Frank : *Ueb. die anatomische Bedeutung und die Entstehung vegetabilischen Schleime.*
(7) Wiesner : *Unters. üb. die Organisation der vegetabilischen Zellhaut.* (Sitz. ber. Wiener Akad. der Wissenschaften 1886).
(8) Zaccharias : Pringsheim, s Jahrb. XX, p. 107 et suiv.
(9) Je me réserve de démontrer que les singuliers « poils » que l'on trouve dans les cellules du test des graines des *Cuphea silenoides* et espèces voisines et qui ont été récemment étudiés par Klebs (*Loc. cit.*) et Brandza (*Rev. gén. de Bot.* 1891, pl. 8, fig. 10) ne sont en réalité que des spirospartes qui se fixent naturellement. Ils ont exactement la structure d'une fibre du capillitium de certains *Trichia*.

I. Le protoplasma est un tissu gélifié ou semi-liquide composé de fibrilles spiralées canaliculées, hyalines, qui sont disposées en systèmes de réticules pourvus de nœuds réticulaires. Ces réticules, qui sont de provenance et d'ordre différents (voyez pl. 14, fig. 7), sont emboîtés les uns dans les autres. Ils sont séparés (fig. 5) par une membrane très subtile (fibrolème) qui n'est autre que celle dilatée de l'axe de la fibrille dans lequel ils ont pris naissance.

II. C'est à l'intérieur de ces canalicules que se meut la substance granuleuse du protoplasma, la seule colorable par les réactifs.

III. La fibrille primitive (spirofibrille) grossit et devient canaliculée probablement uniquement en vertu de l'accroissement des spirales qui prennent naissance dans son intérieur. Elle se transforme ainsi en spirale composée ou *spirosparte*, munie d'un canalicule axial, dans lequel peut se répéter le même phénomène (pl. 14, fig. 6, A).

IV. Un spirosparte est donc toujours accompagné d'un second homodrome ; ils sont enroulés autour d'un axe qui forme lui-même un canalicule indépendant du système des canalicules des spirofibrilles, et qui, réuni aux autres axes, constitue un réseau dont les spirospartes forment les parois.

V. Les réseaux fibrillaires, qui constituent la partie principale du protoplasma, résistent à l'action des réactifs colorants, mais ils peuvent être mis en évidence par l'injection de diverses substances pulvérisées, entre autres par une bouillie d'indigo ou de carmin, par l'absorption directe de cette substance chez un être vivant, par l'action de l'oxygène ou par la combustion incomplète du protoplasma. On peut trouver dans les mémoires publiés par de nombreux auteurs des observations, des indications ou des figures qui font voir que cette structure du protoplasma a été entrevue nettement sans que sa généralité et son importance aient été mises en évidence.

VI. Le noyau, qui n'est probablement qu'un nœud du dernier réticule extracellulaire, est formé par la jonction de plusieurs cordons de spirospartes qui le traversent en des sens différents

cordons nucléogène, schizogène et nucléolaire). Ce dernier cordon représente probablement l'axe du réticule formé par les cordons précédents.

VII. La partie granuleuse du protoplasma est susceptible de disparaître sous l'action de l'oxygène actif et cette disparition est accompagnée d'un gonflement excessif du protoplasma dont il ne reste que la substance hyaline.

VIII. La substance hyaline semble être un corps organique très riche en oxygène et dont la formation serait due à l'oxydation qui résulte de la respiration.

IX. Si l'on considère que lorsque les parois d'un tube spiralé se gonflent, toute la spirale doit s'allonger et que si l'intérieur de ce tube spiralé se gorge de substances, la spirale doit au contraire se raccourcir, la structure du protoplasma peut servir à expliquer un grand nombre de phénomènes de la physiologie végétale et animale.

X. La membrane végétale possède exactement la même structure que le protoplasma ; ce n'est que du protoplasma imprégné de cellulose.

XI. Quant aux tissus animaux, qui seront l'objet d'une prochaine communication, ils s'imprègnent très facilement de boue d'indigo, qui révèle en principe la même structure que chez les tissus végétaux (1).

L'ensemble des faits exposés dans ce qui précède me confirme dans l'opinion que *la spirofibrille est la seule vraie caractéristique de la substance organisée.*

Je puis donc dire avec Kros, auteur du remarquable opuscule « *De spira in plantis conspicua, etc.* (dissert. Groningæ, 1845) : Ex omnibus itaque concludendum spiram esse typum principem in regno vegetabili ; nec dubium, quin hoc

(1) Je possède actuellement des préparations de muscles (jambes de mouche et d'Hydrophile), de nerfs (vague du *Testudo græca*), de tissu conjonctif (mésentère du *Testudo græca*, amnios humain), de cartilage (dent humaine et de veau) et de tissu corné (écaille de tortue, ongles humains), qui démontrent que tous ces tissus sont composés de réticules de spirospartes, et qu'ils renferment des noyaux qui sont souvent insensibles au picrocarmin (corne, cartilage). Le réticule nucléaire est fréquemment seul en évidence.

magis magisque apparebit quo magis et accuratius Botanici in hanc rem inquirant. Hujus rei initia quædem indicasse juveni, ut spero, sufficiat. »

Paris, le 20 avril 1891.

Explication de la planche 14.

Fig. 1. — Portion d'épiderme foliaire du *Fritillaria imperialis* après imprégnation avec de la poudre d'indigo. Cette dernière met en évidence les éléments du protoplasma qui apparaissent nettement spiralés. Il est remarquable que l'axe et l'une des fibrilles des spirospartes ne s'injectent presque jamais. — N est le noyau cellulaire; *c s* est probablement le cordon schizogène. — Le protoplasme injecté est en partie extra-cellulaire : p. ex. en *pe*. — L'imprégnation a eu lieu par les stomates. Grossissement 850/1.

Fig. 2. — Portion d'une cellule épidermique du *F. imperialis* après imprégnation avec de la poudre d'indigo très fine. Le réticule protoplasmique apparaît composé de spirospartes et de nœuds (*n*). (Dessiné 1/3 plus grand à un grossissement de 950/1.)

Fig. 3. — Autoimprégnation du noyau (N) d'une cellule du parenchyme subcortical d'un jet de *Sambucus nigra* qui avait été muni à son extrémité basilaire d'un tube de verre renfermant de la boue d'indigo, et à son extrémité apicale d'un autre rempli de boue de carmin; *n*, nœud d'un réticule (trophoplaste); *p*, plexus fibrillaire; *c n* cordon nucléogène.

Fig. 4. — Portion de deux cellules épidermiques de la hampe florale du *Fritillaria imperialis*, imprégnées de droite à gauche avec du carmin pulvérisé et de gauche à droite avec de la poudre d'indigo. M. noyau; *n*, nœuds du réticule; *p*, plexus fibrillaire (G : 850/1). En plusieurs endroits on constate un enchevêtrement de fibrilles bleues et rouges, surtout en *c p*, et dans le noyau.

Fig. 5. — Fibre du capillitium du *Trichia varia* (Myxomycète). Les épaississements de cette fibre sont canaliculés. C'est donc un spirosparte typique malgré ses dimensions relativement gigantesques (G : 800/1 environ).

Fig. 6. — Figure schématique destinée à faciliter l'intelligence de la structure du spirosparte et de la spirofibrille, comme aussi celle des différents aspects qu'ils peuvent revêtir suivant que l'imprégnation a été plus ou moins complète : *a*, imprégnation totale; *b*, les spirofibrilles sont seules injectées; *c*, une seule spirofibrille est visible; en *d*, on ne les aperçoit pas, mais par leur gonflement elles scindent le filet axial qui se transforme en chapelet (*j*). Le filet axial est seul visible en *h*; en *i*, il apparaît sous forme d'une double ligne ce qui ne se voit que rarement. Les définitions correspondant aux figures *e*, *f* et *k* sont plus communes. Quant à celle représentée en *g* elle rend compte de la formation des granules de Pfitzner. A est l'axe du cordon (B) qui a lui-même une structure spiralée : F, fibrolème.

Fig. 7. — Schéma destiné à rendre compte de la formation des réticules de différents degrés, comme aussi de l'aplatissement des spirospartes, de la formation de la cavité cellulaire et des nœuds du réticule, etc. Il correspond parfaitement à ce que j'ai observé avec d'autres méthodes dans des cellules d'*Iris germanica*. On voit donc que les colonies de *Glœocapsa*, de *Nostoc* et de beaucoup d'autres Cyanophycées, comme aussi celles d'*Hydrodyction* donnent une idée assez nette de la structure emboîtée du protoplasma. — R, réticule primaire; R', réticule secondaire, A, axe primaire; A', axe secondaire; F, F', fibrolème; N, noyau.

DÉVELOPPEMENT

DES

TÉGUMENTS DE LA GRAINE

Par M. Marcel BRANDZA (*Fin*).

Composées.

Dans cette famille les téguments séminaux présentent une grande simplicité. Comme la graine demeure à la maturité renfermée dans l'ovaire, le rôle protecteur de l'embryon est dévolu à ce dernier. D'autre part, dans les Composées que nous avons étudiées (*Helianthus*, *Hieracium*, *Aster*, *Scorzonera*) nous avons rencontré des téguments entièrement membraneux dans lesquels il nous a été possible de distinguer trois couches.

Helianthus annuus. — Dans le tégument de cette graine (pl. 10, fig. 19), au-dessous d'un épiderme externe (*a*) faiblement cutinisé, on rencontre un parenchyme (*b*) dont les assises internes sont complètement aplaties. C'est dans ce parenchyme que le faisceau vasculaire se trouve logé ; ce dernier, après avoir monté le long du raphé jusqu'à la chalaze, descend, dans le côté opposé jusqu'au voisinage du micropyle. Un épiderme (*c*), à cellules petites et cutinisées, limite le tégument vers l'intérieur.

Les ovules sont renversés et munis, comme on sait, d'une seule enveloppe. Cette dernière se compose d'un parenchyme compris entre deux épidermes. Pendant le développement, l'épiderme interne ainsi que les assises parenchymateuses les plus profondes sont fortement comprimées; par contre, l'épiderme du nucelle se divise radialement ; à la fin de la maturation, il subsiste en formant la couche la plus interne du tégument.

Ailleurs, comme par exemple dans les graines d'*Aster gran-*

diflorus, les assises les plus externes du parenchyme du nucelle, quoique très comprimées, subsistent également.

Rhamnées.

Si on limite l'étude des enveloppes séminales des graines appartenant à cette famille, à la simple anatomie des téguments mûrs sans suivre le développement, on est forcément conduit à considérer certaines parties du péricarpe comme faisant partie de la graine. En effet, pendant le développement, les assises les plus internes de la paroi ovarienne s'appliquent, dans certaines graines de cette famille, sur les téguments séminaux, et, comme plus tard le mésocarpe se résorbe, on croirait que toutes les parties dont la graine est entourée, après son extraction de l'ovaire, lui appartiennent en propre.

Ce fait explique d'ailleurs très bien les dissemblances considérables que M. Godfrin (1) a trouvées entre les enveloppes séminales des graines de cette famille.

Rhamnus catharticus. — 1° *Anatomie des téguments* (pl. 10, fig. 15). — Trois couches concourent à la formation des téguments de cette graine. La première (*a*), épidermique, a ses cellules cubiques et fortement lignifiées

La couche suivante (*b*) est parenchymateuse et ses cellules, allongées tangentiellement, sont, dans la graine adulte, très aplaties.

La dernière couche (*c*) est un épiderme interne à parois brunes et résistantes. De face, cette assise (pl. 10, fig. 16) laisse voir sur ses parois latérales des épaississements très caractéristiques.

En dehors de ces trois couches qui seules appartiennent à la graine, M. Godfrin en a décrit encore trois autres qui, prises de l'extérieur vers l'intérieur, sont les suivantes : 1° une double rangée de cellules épidermiques lignifiées ; 2° une couche de fibres transversales ; 3° une assise à grandes cellules prismati-

(1) *Loc. cit.*, p. 47 et suiv.

ques non lignifiées, remplies d'une substance liquide brunâtre.

Une simple coupe dans un ovaire non mûr de *Rhamnus* suffit pour montrer que ces trois dernières couches appartiennent à l'ovaire.

2° *Développement des téguments.* — Les ovules renversés de cette plante n'ont qu'une seule enveloppe (pl. 10, fig. 17).

L'épiderme externe (*a*) du tégument ovulaire forme l'épiderme de la graine, en même temps que le parenchyme et l'épiderme interne (*b*) s'aplatissent et constituent la seconde couche du tégument adulte.

Quant à l'épiderme interne de l'enveloppe séminale, il provient de l'épiderme du nucelle dont les cellules s'accentuent pendant le développement.

La seule différence entre les téguments de cette graine et ceux de *Zizyphus vulgaris* réside dans la forme des cellules de l'épiderme externe, qui, dans cette graine, sont prismatiques.

CONCLUSIONS ET RÉSUMÉ.

Les recherches que nous avons entreprises sur l'anatomie et le développement des téguments séminaux permettent d'établir les conclusions suivantes dont les premières concernent les graines pourvues de deux enveloppes et dont les secondes sont relatives aux graines qui ne possèdent qu'un seul tégument.

I. — Graines a deux téguments.

Plusieurs cas peuvent se présenter :

1° Dans beaucoup de Dialypétales à ovaire libre (Résédacées, Capparidées, Violariées, Cistinées, Malvacées. Tiliacées, Sterculiacées, Passiflorées, Hypéricinées), les deux téguments de l'ovule subsistent dans la graine. Nous avons toujours trouvé, dans les graines des espèces de ces familles, que les téguments de la graine ont une constitution tout à fait différente de celle qu'on admettait jusqu'à présent. En effet, il n'y a résorption ni du tégument interne de l'ovule, ni d'une partie de l'externe, et ce

n'est pas ce dernier tégument qui fournit toute l'enveloppe de la graine. Le tégument externe de l'ovule est réduit, dans la graine, à deux ou trois assises de cellules, et c'est le tégument interne de l'ovule qui constitue la partie la plus importante de l'enveloppe séminale. C'est l'assise la plus externe du tégument interne qui formera la couche lignifiée ou protectrice, c'est-à-dire ce qu'on a appelé le *testa* de la graine. Le faisceau vasculaire est toujours situé dans le tégument externe *en dehors* des parties lignifiées ;

2° Dans d'autres familles appartenant à différents groupes d'Angiospermes (Berbéridées, Papavéracées, Fumariacées, Portulacées, Crucifères, certaines Aroïdées, Iridées, certaines Liliacées, Joncées), le tégument interne subsiste sans former la couche protectrice ; mais alors il se différencie en une ou plusieurs couches distinctes, situées en dedans du faisceau vasculaire ;

3° Lorsqu'il y a dans le tégument adulte deux couches lignifiées superposées (Géraniées, Œnothérées, Lythrariées, Ampélidées, Aristolochiées), la couche extérieure provient seule du tégument externe ; l'intérieure provient de l'assise la plus externe du tégument interne. De plus, chez les Œnothérées, Lythrariées et Aristolochiées, le nucelle, du moins par ses assises les plus externes, contribue à la formation des couches les plus internes du tégument de la graine ;

4° Dans les Magnoliacées, le tégument interne de l'ovule qui est composé de trois assises superposées, se différencie tout entier en couche protectrice, au-dessous de laquelle on rencontre, dans la graine, l'épiderme du nucelle ;

5° Enfin, dans quelques familles (Renonculacées, Papilionacées, certaines Liliacées, Amaryllidées) le nucelle et le tégument interne de l'ovule ne se retrouvent plus dans la graine adulte.

II. — Graines a un seul tégument.

1° Chez la plupart des Gamopétales et des Apétales, les enveloppes de la graine sont formées par l'unique tégument ovulaire sans que le nucelle y contribue ;

2° Dans quelques familles (Balsaminées, Polémoniacées, Plantaginées), le tégument de la graine provient des assises les plus extérieures et de l'épiderme interne de l'unique tégument de l'ovule. Les assises parenchymateuses moyennes disparaissent;

3° Dans les Linées, les téguments de la graine proviennent à la fois de l'unique tégument ovulaire et des assises externe et interne du nucelle ; quant aux assises moyennes du nucelle, elles sont résorbées. Dans ce cas, c'est l'épiderme du nucelle qui forme la couche lignifiée.

En résumé les recherches sur la structure de la graine adulte et sur leur développement depuis l'ovule jusqu'à la graine mûre, permettent de formuler les conclusions générales suivantes :

1° *Chez les plantes dont l'ovule a deux téguments, la constitution des enveloppes de la graine et leur origine ne sont pas telles qu'on les a décrites généralement. Dans la plupart des cas, le tégument interne n'est pas digéré. Il persiste et peut souvent constituer la partie lignifiée de l'enveloppe séminale. Parfois, le nucelle lui-même contribue à la formation des enveloppes de la graine mûre. C'est seulement dans quelques familles que l'enveloppe de la graine est formée par la partie extérieure du tégument externe de l'ovule.*

2° *Chez les plantes dont l'ovule n'a qu'un tégument, les enveloppes de la graine proviennent soit de cet unique tégument, soit à la fois de ce tégument et du nucelle. Quelquefois, la partie lignifiée de la graine peut même tirer son origine de l'épiderme du nucelle.*

Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Botanique de la Sorbonne à Paris et au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. le professeur Gaston Bonnier, qui n'a cessé de me prodiguer de précieux conseils. Que M. Bonnier me permette de lui exprimer ici mes plus vifs remerciements et ma profonde reconnaissance.

EXPLICATION DES PLANCHES

Lettres communes à toutes les figures.

E, tégument externe; I, tégument interne; N, nucelle; S.e, sac embryonnaire; *f*, faisceau vasculaire. Dans les téguments de la graine, ainsi que dans l'ovule, les couches successives dont ils se composent sont indiquées par les lettres *a*, *b*, *c*, etc.

Planche 1.

Phaseolus vulgaris.

Fig. 1. — Coupe transversale des téguments séminaux; *t*, cellules à tannin.

Fig. 2. — Coupe transversale, schématique, d'un ovule montrant ses deux enveloppes et le nucelle.

Fig. 3. — Les deux téguments de l'ovule vus à un fort grossissement.

Fig. 4. — Etat moyen de développement montrant les deux assises *a* et *b* divisées radialement. On y voit également le tégument interne I qui n'a pas encore disparu.

Juncus bulbosus.

Fig. 5. — Coupe transversale des téguments arrivés à leur maturité.

Fig. 6. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 7. — Les téguments de l'ovule grossis.

Luzula Forsteri.

Fig. 8. — Coupe transversale des téguments de la graine.

Fig. 9. — Un ovule coupé en long.

Fig. 10. — Les deux téguments de l'ovule grossis.

Fig. 11. — Coupe des téguments à un état moyen de leur développement. Les cellules de l'assise *b* se divisent tangentiellement.

Fig. 12. — Coupe longitudinale, dans la graine mûre, passant par la chalaze et montrant dans cette région la réunion des deux téguments E et I par un tissu commun de liège *ep*.

Anthurium Scherzerianum.

Fig. 13. — Les téguments séminaux à leur maturité; A, albumen.

Fig. 14. — Un ovule coupé en long, montrant le faisceau *f* qui ne pénètre que jusqu'à la chalaze.

Fig. 15. — Les téguments de l'ovule, grossis.

Planche 2.

Iris pseudacorus.

Fig. 1. — Téguments de la graine; *t*, cellule à tannin.

Fig. 2. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 3. — Coupe transversale des téguments de l'ovule.

Sisyrynchium striatum.

Fig. 4. — Coupe transversale des enveloppes séminales.

Crocus sativus.

Fig. 5. — Téguments de la graine mûre.
Fig. 6. — Un ovule coupé en long.
Fig. 7. — Téguments de l'ovule, grossis.

Gladiolus byzantinus.

Fig. 8. — Téguments de la graine.

Tritoma uvaria.

Fig. 9. — Téguments de la graine mûre enveloppés d'un arille A.
Fig. 10. — Un ovule jeune coupé en long, montrant à sa base l'arille A qui commence à se former.
Fig. 11. — Ovule plus avancé dans son développement. L'arille A recouvre complètement les enveloppes ovulaires.
Fig. 12. — Coupe dans les téguments de l'ovule.
Fig. 13. — Un état moyen de développement, indiquant le cloisonnement radial de l'assise épidermique externe.

Lilium testaceum.

Fig. 14. — Téguments de la graine mûre.

Planche 3.

Viola tricolor.

Fig. 1. — Coupe transversale dans les téguments de la graine.
Fig. 2. — Coupe transversale du raphé, montrant le faisceau vasculaire *f*, en dehors de l'assise protectrice *d*.
Fig. 3. — Schéma d'un ovule coupé en long.
Fig. 4. — Téguments de l'ovule, grossis.
Fig. 5. — Un état moyen du développement, montrant l'agrandissement des cellules de l'assise *d*.

Reseda alba.

Fig. 6. — Téguments de la graine mûre.
Fig. 7. — Coupe transversale de l'ovule montrant deux téguments.
Fig. 8. — Les téguments de l'ovule vus à un fort grossissement.
Fig. 9. — Téguments de la graine non mûre, indiquant l'allongement des cellules de l'assise *c*, destinée à devenir la couche protectrice.

Helianthemum guttatum.

Fig. 10. — Téguments de la graine.
Fig. 11. — Un lambeau d'épiderme de la graine montrant les stomates *s*.
Fig. 12. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Planche 4.

Helianthemum guttatum (suite).

Fig. 1. — Coupe transversale des enveloppes de l'ovule.

Fig. 2. — Un état plus avancé de développement, montrant les cellules de l'assise *b*, occupées chacun par un gros noyau.

Fig. 3. — Coupe des téguments de la graine au moment où la maturation n'est pas achevée. On voit que les cellules de l'assise *b* commencent à se lignifier par leur base.

Polanisia graveolens.

Fig. 4. — Téguments de la graine mûre.

Fig. 5. — Un ovule coupé en long.

Fig. 6. — Téguments de l'ovule vus à un fort grossissement.

Fig. 7. — Un état plus avancé de développement, destiné à montrer le cloisonnement des couches *c* et *d*.

Fig. 8. — Coupe des téguments près de leur maturité; on voit que les cellules de l'assise *c* n'ont pas encore commencé la lignification de leur paroi.

Passiflora holosericea.

Fig. 9. — Coupe transversale des téguments séminaux dans la région du raphé. Cette coupe montre que le faisceau *f* est situé en dehors de l'assise protectrice *c*. Les cellules de l'assise *b* contiennent chacune à leur base deux bourrelets épaissis réunis entre eux.

Fig. 10. — Un ovule coupé en long.

Fig. 11. — Coupe dans les téguments de l'ovule.

Fig. 12. — Un état moyen de développement.

Planche 5.

Berberis sinensis.

Fig. 1. — Coupe transversale des téguments de la graine.

Fig. 2. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 3. — Coupe des téguments de l'ovule.

Fig. 4. — Un état moyen de développement, montrant les cloisonnements de l'assise *d*.

Erodium Manescavi.

Fig. 5. — Coupe des téguments mûrs.

Fig. 6. — Un ovule coupé en long.

Fig. 7. — Téguments de l'ovule, vus à un fort grossissement.

Fig. 8. — Coupe transversale des téguments de la graine, avant la maturité. On y voit que les assises *c* et *d* commencent à se lignifier.

Chelidonium majus.

Fig. 9. — Coupe transversale des téguments de la graine, passant par le raphé. On voit que le faisceau vasculaire *f* se trouve dans le parenchyme du tégument externe E.

Fig. 10. — Téguments de la graine vus à un fort grossissement.

Fig. 11. — Un ovule coupé en long.

Fig. 12. — Coupe des téguments de l'ovule.

Fig. 13. — Un état plus avancé de développement, montrant le cloisonnement de l'assise *d*.

Fig. 14. — Coupe dans les téguments, vers l'époque de la maturité. Les cellules de l'assise *d* se sont divisées pour former les deux assises du parenchyme *d*. Les cellules de l'assise *c* commencent à se lignifier.

Planche 6.

Papaver officinale.

Fig. 1. — Téguments de la graine.

Fig. 2. — Fragment d'épiderme de la graine, vu de face.

Fig. 3. — Un ovule coupé en long.

Fig. 4. — Les téguments de l'ovule.

Fig. 5. — Un état moyen de développement, montrant les cellules de l'assise *d* en voie de cloisonnement.

Eschscholtzia californica.

Fig. 6. — Téguments de la graine, montrant le faisceau *f* situé dans le parenchyme du tégument externe.

Portulaca grandiflora.

Fig. 7. — Coupe transversale des téguments de la graine.

Fig. 8. — Un ovule coupé en long.

Fig. 9. — Téguments de l'ovule.

Fig. 10. — Un état moyen de développement.

Hypericum perforatum.

Fig. 11. — Téguments de la graine, montrant le faisceau *f* en dehors de l'assise protectrice.

Fig. 12. — Un ovule coupé en long.

Fig. 13. — Téguments de l'ovule.

Fumaria officinalis.

Fig. 14. — Téguments de la graine.

Fig. 15. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 16. — Téguments de l'ovule.

Corydallis lutea.

Fig. 17. — Téguments de la graine.

Planche 7.

Lepidium sativum.

Fig. 1. — Coupe transversale dans les téguments de la graine mûre.

Fig. 2. — Un ovule coupé en long.

Fig. 3. — Coupe transversale des téguments de l'ovule.

Fig. 4. — Un état moyen de développement indiquant le commencement de lignification de l'assise *c*.

Vitis vinifera.

Fig. 5. — Coupe transversale des téguments de la graine.

Fig. 6. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 7. — Coupe transversale des téguments de la graine.

Fig. 8. — Un état moyen de développement, montrant les cellules de l'assise *c* divisées chacune par une cloison transversale.

Hibiscus Trionum.

Fig. 9. — Téguments de la graine.

Fig. 10. — Fragment d'épiderme de la graine montrant un stomate *s*.

Fig. 11. — Epiderme interne *f* de la graine, vu de face.

Fig. 12. — Schéma d'une coupe transversale de la graine vers l'époque de sa maturité, indiquant les rapports des téguments et du nucelle avec la chalaze *ch;* C. couche lignifiée.

Fig. 13. — Un état moyen du développement, montrant les cellules de l'assise *c* complètement divisées. On voit également que les assises parenchymateuses du tégument interne se séparent en deux zones : l'externe *d* présentant des cellules à parois épaisses et riches en amidon, l'interne montrant des parois cellulaires très minces.

Fig. 14. — Coupe des téguments un peu avant leur maturité. Les cellules de l'assise protectrice *c* sont définitivement constituées et les cellules de l'assise *e* sont aplaties.

Planche 8.

Hibiscus Trionum (suite).

Fig. 1. — Coupe transversale de l'ovule.

Fig. 2. — Coupe transversale des téguments de l'ovule. Les cellules de l'assise *c* se divisent radialement pour former la future assise protectrice.

Gossypium herbaceum.

Fig. 3. — Coupe transversale des téguments seminaux; *p*, poils.

Fig. 4. — Coupe des téguments de l'ovule. Les cellules de l'épiderme *a* se divisent radialement.

Fig. 5. — Un état moyen de développement, montrant les cellules épidermiques en voie de se prolonger en poils. Les cellules de l'assise *d* sont divisées radialement.

Tilia platyphyllos.

Fig. 6. — Téguments de la graine.

Fig. 7. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Sterculia fœtida.

Fig. 9. — Téguments de la graine.

Cuphea lanceolata.

Fig. 10. — Coupe transversale des téguments de la graine; *l*, filaments gélificateurs.

Fig. 11. — Coupe transversale dans les téguments de l'ovule; les trois assises *c*, *d*, et *e* se divisent radialement.

Fig. 12. — Un état plus avancé du développement. Les cellules de l'assise *c* commencent leur lignification.

Planche 9.

Clarkia pulchella.

Fig. 1. — Coupe transversale des téguments de la graine.

Fig. 2. — Un ovule coupé en long.

Fig. 3. — Les téguments de l'ovule.

Œnothera mollissima.

Fig. 4. — Téguments de la graine montrant un parenchyme *b* entre les assises *a* et *c*.

Fig. 5. — Coupe dans les téguments ovulaires, avec une seule assise dans le parenchyme *b* se cloisonnant tangentiellement.

Aristolochia Clematitis.

Fig. 7. — Téguments de la graine.

Fig. 8. — Un fragment du parenchyme montrant dans chaque cellule un réseau d'épaississement.

Fig. 9. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 10. — Coupe transversale dans les téguments de l'ovule. Les cellules du parenchyme *b* commencent à se diviser tangentiellement.

Magnolia macrophylla.

Fig. 11. — Une graine coupé en long.

Fig. 12. — Coupe transversale des téguments de la graine.

Fig. 13. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 14. — Téguments de l'ovule vus à un fort grossissement; *h*, cellules remplies d'huile.

Fig. 15. — Un état moyen du développement, montrant les divisions des assises *c* et *d*.

Symphoricarpos racemosus.

Fig. 16. — Coupe des téguments de la graine.

Fig. 17. — Coupe schématique d'une graine entourée par son endocarpe *end*.

Fig. 18. — Un ovule coupé en long.

Lonicera Xylosteum.

Fig. 19. — Téguments de la graine.

Planche 10.

Cobea scandens.

Fig. 1. — Téguments de la graine mûre.

Fig. 2. — Coupe transversale de l'ovule.

Fig. 3. — Téguments de la graine à un état voisin de leur développement.

Impatiens Balsamina.

Fig. 4. — Téguments de la graine mûre; *k*, corpuscule; *r*, cellule à raphides.

Fig. 5. — Un lambeau d'épiderme vu de face; on y voit les corpuscules K, et entre eux les cellules épidermiques *c* à contours sinueux.

Fig. 6. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 7. — Un état moyen du développement, montrant la formation du corpuscule K; le nucelle N n'a pas encore disparu.

Plantago lanceolata.

Fig. 8. — Coupe dans les téguments de la graine.

Fig. 9. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 10. — Coupe dans l'ovule, vue à un fort grossissement. Les assises *a* et *c* sont remplies d'amidon.

Linum usitatissimum.

Fig. 11. — Téguments de la graine mûre.

Fig. 12. — Un ovule coupé en long.

Fig. 13. — Coupe transversale de l'ovule, vue à un fort grossissement. Cette coupe montre que le sac embryonnaire S, *e* est très large et que l'assise *c* qui l'entoure a ses cellules régulières.

Fig. 14. — Un état moyen du développement; les cellules de l'assise *b* commencent à se diviser tangentiellement pour produire le parenchyme *b* de la graine adulte; en outre les cellules des assises *d*, qui ne sont autre chose que le parenchyme du nucelle, s'aplatissent pour former l'assise *d* du tégument adulte.

Rhamnus catharticus.

Fig. 15. — Tégument de la graine.

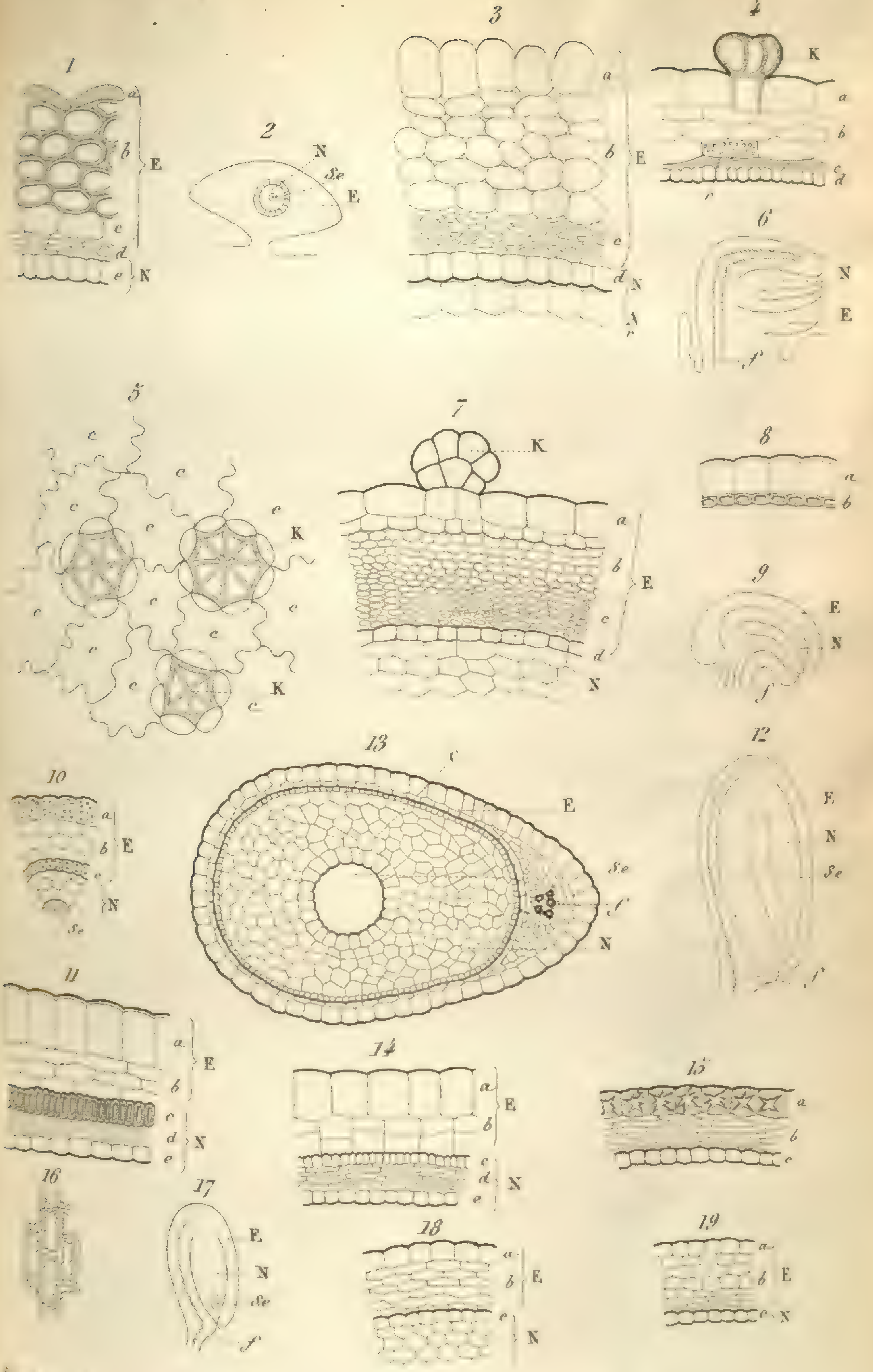
Fig. 16. — L'épiderme interne vu en couche optique.

Fig. 17. — Schéma d'un ovule coupé en long.

Fig. 18. — Téguments de l'ovule grossi.

Helianthus annuus.

Fig. 19. — Téguments de la graine.



…lémoniacées (1-3) – Balsaminées (4-7) – Plantaginées (8-10) –
Linées (11-14) – Rhamnées (15-18) – Composées (19).

Imp. Bry Paris

V. Fayod del. nat. Dufour sc.

Structure du protoplasma

Imp. E. Bry Paris

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Ecoles, à Paris.

VIENT DE PARAITRE :

TRAITÉ
DES
ARBRES ET ARBRISSEAUX
FORESTIERS, INDUSTRIELS ET D'ORNEMENT

Cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France

DONNANT LA DESCRIPTION ET L'UTILISATION D'ENVIRON 1800 ESPÈCES ET 1000 VARIÉTÉS

Par P. MOUILLEFERT

Professeur de sylviculture à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

AVEC UN ATLAS CONTENANT 232 PLANCHES INÉDITES DONT 32 COLORIÉES

« Mon plan peut être ainsi résumé : il consiste à entreprendre d'exposer l'histoire succincte de tous les principaux arbres, indigènes ou exotiques, que l'on trouve actuellement en Europe, soit dans les forêts, soit dans les collections dendrologiques, soit dans les parcs ou jardins publics ; je parlerai aussi de ceux que l'on rencontre le plus communément dans les orangeries et dans les serres ; en un mot de tous ceux que l'on cultive au triple point de vue : forestier, industriel et ornemental ; c'est-à-dire d'environ 1800 à 1900 espèces botaniques et 800 à 900 variétés.

« Avant d'entrer en plein dans mon sujet, j'ai cru devoir commencer par donner quelques notions de Botanique spécialement affectées à l'étude des Arbres.

« Quant à l'histoire des Arbres dont il sera question, elle comprendra quatre parties principales : La première : ce qui concerne la patrie, l'origine et l'aire géographique de l'espèce décrite. La deuxième : les principaux caractères botaniques qui distinguent l'arbre étudié. La troisième partie comprendra les conditions d'existence de l'arbre, c'est-à-dire les sols et les milieux qui lui conviennent, les moyens de reproduction et d'extension dont il dispose. Enfin, dans la quatrième partie j'indiquerai la nature des produits, bois, fruit, écorce, etc., utilisables. J'indiquerai aussi le parti que l'on peut tirer de l'espèce étudiée, au point de vue forestier, ornemental et industriel.

« Je n'ai pas, il va sans dire, la prétention de faire une œuvre parfaite du premier coup ; mon travail contiendra certainement des omissions et même des erreurs inévitables dans un sujet aussi vaste ; mais l'essentiel était de commencer à faire « *quelque chose* », de faire un large cadre, ou de mettre l'édifice debout ; les tirages complémentaires ainsi que les éditions qui pourront survenir combleront peu à peu les vides, tout en améliorant l'œuvre ; aussi dans ce but je recevrai toujours avec reconnaissance les observations que mes lecteurs voudront bien me présenter.

« P. MOUILLEFERT. »

MODE ET CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le **Traité des arbres et arbrisseaux** formera un volume de texte de 1060 à 1100 pages et un atlas de 232 planches du format in-8°.

L'ouvrage sera publié en 33 livraisons, chacune de 32 pages de texte, la 1re avec 8 planches noires d'éléments de la botanique des arbres, la deuxième avec 3 planches noires d'éléments de botanique, 3 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée, les suivantes avec 6 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée dans le genre de celles de l'Atlas Masclef.

Il paraîtra deux livraisons par mois.

Prix de chaque livraison : 1 fr. 25.

Les quatre premières livraisons sont en vente.

En envoyant à l'éditeur, *d'avance et en une fois*, la somme de **40 francs**, on recevra l'ouvrage entier, port compris, au fur et à mesure de l'apparition des fascicules, y compris deux cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Le prix de ces deux cartons pour les acheteurs à la livraison est de 2 fr. chacun.

Aussitôt l'ouvrage achevé, le prix en sera porté à 50 francs.

CORBEIL. — Imprimerie CRÉTÉ.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 juin 1891

N° 30

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 JUIN 1891

Pages.

I. — NOUVELLES RECHERCHES SUR L'ASSIMILATION ET LA TRANSPIRATION CHLOROPHYLLIENNES, par **M. Henri Jumelle**.......... 241

II. — NOTE SUR L'INFLUENCE DU DRAINAGE ET DE LA CHAUX SUR LA VÉGÉTATION SPONTANÉE DANS LE DÉPARTEMENT DE LA MAYENNE, par **M. Lucien Daniel**..... 249

III. — RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES (avec planches et figures dans le texte), par **M. Eugène Bastit**......... 255

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1889 et en 1890 (avec figures dans le texte), (*suite*), par **M. J. Costantin**.......... 272

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 12. — *Tige des Mousses.*

Cette livraison renferme en outre quatre gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR L'ASSIMILATION ET LA TRANSPIRATION CHLOROPHYLLIENNES

Par M. Henri JUMELLE.

Lorsque je publiais, il y a quelques mois, les résultats de mes recherches sur l'influence qu'exercent les anesthésiques sur la transpiration des végétaux, j'espérais avoir suffisamment établi les rapports qui existent, au point de vue de l'intensité, entre l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. Par deux méthodes différentes, j'étais arrivé à cette même conclusion que lorsque, sous l'effet d'une cause quelconque, l'assimilation est entravée à la lumière, l'énergie de l'action chlorophyllienne se reporte entière sur la transpiration, qu'elle accélère. Dans un premier travail (1) j'avais en effet reconnu qu'il en est ainsi lorsqu'on supprime l'assimilation dans ses effets, en privant la plante d'acide carbonique à décomposer; dans un second travail (2) j'avais retrouvé le même phénomène en arrêtant la fonction assimilatrice elle-même par l'anesthésie.

Un fait ainsi démontré par deux méthodes absolument différentes me semblait hors de doute. Cependant la première série de recherches n'avait point convaincu MM. Édouard et Jules Verschaffelt (de Gand), qui ont jugé nécessaire de reprendre et de modifier mes expériences. Les résultats qu'ils ont obtenus, et qu'ils publiaient (3) vers le moment où je terminais ma seconde

(1) Henri Jumelle : *Assimilation et transpiration chlorophylliennes.* (Revue générale de botanique, 1889.)

(2) Henri Jumelle : *Influence des anesthésiques sur la transpiration chlorophyllienne.* (Rev. gén. de Bot. 1890.)

(3) Eduard en Julius Verschaffelt : *De Transpiratie der Planten in Koolzurvrije*

série de recherches, sont assez différents des miens pour que j'aie cru nécessaire de répondre à leurs objections. Je profiterai d'ailleurs de cette occasion pour décrire quelques expériences faites avec des plantes et des organes sans chlorophylle, et qui compléteront encore mes premières recherches.

I. — Objections de MM. Verschaffelt.

Pour prouver que la transpiration est augmentée lorsque l'assimilation est suspendue, j'avais placé sous de grandes cloches de 1 mètre environ de hauteur, des plantes entières dont les racines plongeaient dans des éprouvettes bien fermées, remplies d'eau. En outre, sous chaque cloche, à côté de la plante, était un vase renfermant un volume connu d'eau, et, à une certaine hauteur, un autre vase contenant de l'acide sulfurique concentré, de poids également connu. D'autre part, dans l'une des cloches, de l'acide carbonique était introduit, tandis que, dans l'autre, ce gaz était au contraire sans cesse absorbé par une solution de potasse, au fur et à mesure que la plante le produisait. J'ai ainsi pu constater que la quantité d'eau évaporée par la plante mise sous la première cloche (avec CO^2) était toujours environ moitié moindre que la quantité d'eau évaporée par la plante de la deuxième cloche (sans CO^2).

C'est le dispositif que nous venons de décrire, qui a éveillé les doutes de MM. Verschaffelt. D'après eux, l'augmentation de la transpiration sous la deuxième cloche peut s'expliquer par la présence de la solution de potasse destinée à absorber l'acide carbonique.

Nous ferons remarquer que nous avions prévu l'objection, et dans le but d'y répondre, montré, par deux séries d'expériences, que cette solution de potasse, à côté du vase rempli d'acide sulfurique concentré, n'avait qu'une action desséchante très secondaire.

1° Les expériences précédentes avaient été refaites à l'obscurité.

Lucht. (Annuaire botanique publié par la Société botanique Dodonœa, à Gand. 2e année, 1890.)

les autres conditions restant les mêmes ; nous avions alors trouvé une évaporation sensiblement égale pour les deux plantes. La présence de la potasse aurait dû cependant influer encore dans ce cas.

2° Des plantules de Lupin avaient été exposées au soleil dans des éprouvettes reposant sur le mercure. L'air de l'une de ces éprouvettes avait été laissé tel qu'il se trouvait au début de l'expérience ; l'acide carbonique qui pouvait y être en faible quantité a donc rapidement disparu. L'air de l'autre éprouvette a été, au contraire, chargé d'acide carbonique, environ dans la proportion de 5 p. 100. Il n'y a pas, dans ces expériences, possibilité de faire intervenir, comme cause de la transpiration, l'action desséchante de la potasse. Cependant les résultats ont été les mêmes que précédemment.

Ces deux séries d'expériences nous semblent assez concluantes. Mais MM. Verschaffelt prennent texte surtout d'une remarque que nous avions incidemment faite et à laquelle nous n'attachions point nous-même plus d'importance qu'il ne convient. Nous avions fait observer en effet que, s'il y a sous l'une des cloches, par la présence de la potasse, une tendance à une plus grande dessiccation, cette tendance est aussi *atténuée* que possible par l'évaporation de l'eau placée dans les deux cloches, près de la plante. « Cette évaporation, disions-nous, qui entretient l'humidité de l'air, est réglée par la dessiccation. Elle est d'autant plus grande que l'atmosphère est plus rapidement desséchée, et il y a, par suite, dans les deux cloches, malgré la différence de dessiccation, le même état hygrométrique. » MM. Verschaffelt font remarquer à ce propos qu'il n'y a pas de raison pour que « l'action deshydratante de la potasse agisse plutôt sur l'eau de la capsule que sur la plante. » L'objection est valable, bien qu'il nous semble que l'action déshydratante s'exerce plus facilement sur une surface d'eau libre que sur l'eau emprisonnée dans la feuille. Mais remarquons que cette évaporation de l'eau des deux vases, si elle n'a pas d'action favorable tendant à établir de part et d'autre le même état hygrométrique, ne peut être, en tous cas, défavorable, au point de vue de la transpiration, ni pour l'une

ni pour l'autre des plantes, puisqu'elle a lieu alors de même sous les deux cloches ; elle est, dans ce cas, simplement inutile, et la remarque que nous avions faite a bien peu d'importance à côté des expériences citées plus haut.

Au reste, il est un peu superflu de s'attarder à répondre à ces objections, étant donné les résultats obtenus par MM. Verschaffelt. Ces résultats ne forment pas en effet le côté le moins curieux de la discussion. Partant de cette idée que l'augmentation, par nous constatée, de la transpiration à la lumière en l'absence d'acide carbonique peut être due à une cause autre que cette absence, à l'action de la potasse par exemple, MM. Verschaffelt suppriment cette cause d'erreur et alors, non seulement, ils obtiennent, comme nous, une élévation de transpiration à la lumière, mais, même, ils constatent le fait à l'obscurité où nous n'avons pu, malgré l'action de cette prétendue cause d'erreur, observer rien de semblable.

Telle est en effet la conclusion des travaux de MM. Verschaffelt. La présence de l'acide carbonique retarde la transpiration des plantes, non seulement à la lumière, mais même à l'obscurité.

Cette conclusion tendrait à infirmer la théorie que nous avons émise, et que nous avons rappelée plus haut. Si la présence de l'acide carbonique influe même à l'obscurité pour diminuer la quantité d'eau rejetée par la plante, on n'est plus en droit d'admettre que l'élévation de la transpiration, à la lumière, en l'absence d'acide carbonique, est due à ce que les radiations solaires, ne pouvant plus être employées pour l'assimilation, reportent leur énergie sur l'autre fonction chlorophyllienne.

Toutefois les résultats obtenus dans nos secondes recherches, par le moyen des anesthésiques, confirment trop bien nos premières conclusions pour que nous admettions à notre tour, sans contrôle, les objections de MM. Verschaffelt.

II. Les expériences de MM. Verschaffelt.

Nous avons tout d'abord répété les expériences de ces auteurs. Le dispositif qu'ils ont employé est le suivant. Sous une

cloche fermée par un bouchon en caoutchouc on place une plante dont la partie inférieure, traversant ce bouchon, plonge avec ses racines dans une solution nutritive. L'atmosphère de la cloche est sans cesse renouvelée au moyen d'un aspirateur qui entraîne l'air de la cloche et appelle l'air extérieur. Cet air, arrivant dans la cloche, a été au préalable débarrassé de vapeur d'eau et d'acide carbonique par passage successif à travers le chlorure de calcium et la potasse ; dans la cloche, il se charge de l'eau transpirée par la plante et s'en débarrasse, à la sortie, en passant dans un tube rempli de chlorure de calcium. L'augmentation de poids de ce tube après l'expérience permet de déterminer la quantité d'eau transpirée par la plante.

Dans l'appareil ainsi disposé, la plante ne peut assimiler, puisque l'air amené dans la cloche est débarrassé d'acide carbonique. Pour pouvoir établir la comparaison avec la transpiration d'une plante placée, au contraire, dans des conditions d'assimilation, MM. Verschaffelt disposent un second appareil, semblable au précédent, à cette différence près que l'air arrivant dans la cloche passe seulement sur du chlorure de calcium et non plus, comme précédemment, à travers la potasse, qui absorbait son acide carbonique.

Il suffit de changer le sens du courant d'air pour déterminer la transpiration des deux plantes dans les conditions normales. L'air arrivant dans les deux cloches ne perd alors, dans l'un et l'autre cas, que sa vapeur d'eau, puisqu'il traverse seulement le tube à chlorure de calcium. On pèse avant et après l'expérience le tube à chlorure placé de l'autre côté.

Ces expériences ont été faites par les auteurs, successivement à la lumière et à l'obscurité. On détermine dans chacune d'elles, le rapport $\frac{A}{B}$ de la quantité d'eau transpirée par l'une des deux plantes à la quantité d'eau transpirée par l'autre lorsqu'on fait passer :

1° Sur ces deux plantes A et B un courant d'air ordinaire.

2° Sur la plante A un courant d'air ordinaire et sur la plante B un courant d'air sans acide carbonique.

3° Inversement, sur la plante A un courant d'air sans acide carbonique, et sur la plante B un courant d'air ordinaire.

Expériences à la lumière. — MM. Verschaffelt ont ainsi trouvé que, par exemple, pour de jeunes plantes de *Citrus aurantium* exposées à la lumière, le rapport $\frac{A}{B}$ a été successivement :

A et B étant dans les circonstances ordinaires.....	0,83
B étant privée d'acide carbonique................	0,79
A — —	1,03
A et B étant dans les circonstances ordinaires.....	0,96
B étant privée d'acide carbonique................	0,66
A — —	1,17
A et B étant dans les circonstances ordinaires.....	1,24
etc.	

Nous n'avons point à insister sur ces premières expériences puisque MM. Verschaffelt ont, sur ce point, obtenu des résultats semblables aux nôtres. Nous croyons toutefois nécessaire de faire observer que tous les nombres donnés par MM. Verschaffelt ne sont pas aussi probants que ces auteurs semblent le croire.

Si nous considérons les trois premiers nombres 0,83, 0,79 et 1,03, le résultat est bien dans le sens voulu et semblable à celui que nous avons nous-même trouvé. Lorsque la plante B est privée d'acide carbonique, sa transpiration doit augmenter et le dénominateur de la fraction $\frac{A}{B}$ doit être plus élevé. Le rapport devra être plus faible ; il est en effet 0,79 au lieu de 0,83. Si c'est la plante A, au contraire, qui se trouve dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique, le rapport sera plus grand ; il devient, en effet, 1,03.

Si on examine toutefois plus attentivement le tableau précédent, on peut remarquer que lorsque les auteurs remettent les plantes A et B dans les circonstances ordinaires, ils obtiennent pour rapport, non plus 0,83, mais, une première fois 0,96 et une seconde fois 1,24. Il y a ainsi entre ces nombres obtenus dans des conditions analogues une plus grande différence qu'entre les nombres 0,83, 0,79 et 1,03 obtenus dans des conditions dissemblables.

Nous touchons précisément ici au point faible du travail de MM. Verschaffelt. Le grand tort de ces auteurs est, en effet, d'avoir oublié que toute expérience comporte en général des erreurs dont il importe, avant tout, de déterminer les limites. Dans les recherches que nous rappelons ici, par exemple, on conçoit que si la transpiration de la plante devient assez forte, la vapeur d'eau peut n'être pas toujours, en totalité absolue, entraînée, au fur et à mesure de sa production, par le courant d'air. Et il suffit alors d'une bien faible différence pour modifier le rapport de la quantité d'eau transpirée par les deux plantes.

Il importait donc, avant tout, de déterminer les variations que peut éprouver ce rapport $\frac{A}{B}$ lorsque les deux plantes restent toutes deux dans les mêmes conditions. C'est ce que nous avons fait. — Nous avons, à plusieurs reprises, dans des expériences successives, fait passer sur les deux plantes un courant d'air ordinaire, et nous avons, chaque fois, pesé les quantités d'eau transpirées par ces deux plantes.

Nous avons ainsi trouvé que, pour deux branches de Houx (*Ilex aquifolium*) le rapport $\frac{A}{B}$ a été successivement 1,02, 1,06 et 0,87. Pour deux rameaux de Petit-Houx (*Ruscus aculeatus*) il a été 1,27, puis 1,03 et 1,25. On voit donc que le rapport $\frac{A}{B}$ peut facilement osciller dans les limites de $\frac{20}{100}$. On ne peut, dès lors, tenir compte des différences qui, dans les expériences comparatives, ne dépassent pas ces limites. C'est le cas pour beaucoup des expériences que MM. Verschaffelt ont faites à la lumière.

Faut-il donc en conclure que la présence de l'acide carbonique n'influe pas sur la transpiration, puisque les différences ainsi observées rentrent souvent dans les limites d'erreurs? Une telle conclusion, contraire d'ailleurs aux résultats trouvés par nous-même, ne serait pas légitime. Les faibles différences constatées par MM. Verschaffelt, n'ont en effet, pas d'autre cause que les conditions défectueuses dans lesquelles ils ont opéré.

Rappelons-nous comment MM. Verschaffelt procèdent pour fournir, à celle des deux plantes qui doit assimiler, l'acide carbonique nécessaire. Ils font passer sous la cloche un courant d'air ordinaire. La plante se trouve donc entourée d'une atmosphère renfermant *au plus*, en volumes, d'après les analyses de Boussingault, Reiset, etc., de 3 à 4 dix-millièmes d'acide carbonique. Il faut reconnaître que c'est peu et qu'il n'est pas étonnant d'observer difficilement des différences dues à la présence ou à l'absence d'une aussi minime quantité de gaz. D'autant plus qu'on peut affirmer que, même, cette faible proportion d'acide carbonique ne se trouve pas dans l'atmosphère entourant la plante. Supposer en effet que l'air, arrivant bulle par bulle sous la cloche, apporte ainsi avec lui du gaz acide carbonique en quantité suffisante pour remplacer celui qui vient d'être décomposé, c'est ne pas se rendre compte de l'intensité de l'assimilation chlorophyllienne.

A notre avis, une plante ainsi placée sous une cloche qui traverse lentement un courant d'air ordinaire, est dans des conditions où l'assimilation est, à peu près, réduite à son minimum. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si on n'observe pas une grande modification dans l'intensité de la transpiration.

Et cependant, nous devons ajouter que, malgré ces conditions défectueuses dans lesquelles ont opéré MM. Verschaffelt, les nombres obtenus présentent parfois entre eux des différences plus grandes que celles qu'il faut attribuer exclusivement à une erreur d'expérience. Ils confirment alors nos propres résultats.

(A suivre.)

NOTE SUR L'INFLUENCE DU DRAINAGE ET DE LA CHAUX

SUR LA VÉGÉTATION SPONTANÉE

DANS LE DÉPARTEMENT DE LA MAYENNE

Par M. Lucien DANIEL.

Une grande partie du département de la *Mayenne* est formée soit par des terres siliceuses qui fournissaient au siècle dernier des récoltes passables, soit par des terres argileuses incultes ou produisant des récoltes à peine suffisantes pour payer le travail du cultivateur.

A ces deux catégories de terres manquait complètement l'élément calcaire. De plus, dans les terres argileuses, l'élément siliceux, lorsqu'il existait, se trouvait en quantité insuffisante pour diviser le sol et atténuer sa ténacité.

Aussi, dans beaucoup d'endroits, la terre labourable était-elle si forte que la charrue y pouvait à peine pénétrer, au dire de Le Clerc du Flécheray et de Miroménil. La mauvaise qualité du sol était encore augmentée par le séjour des eaux de pluie, qui le plus souvent, ne pouvaient s'écouler faute de pente ni pénétrer la couche d'argile sous-jacente ; enfin un grand nombre de landes, prairies ou cultures étaient marécageuses pendant l'hiver, brûlées par le soleil et fendillées pendant l'été.

Les agriculteurs d'alors, plus routiniers que ceux d'aujourd'hui, se servaient exclusivement des engrais animaux et végétaux. Les amendements étaient ou négligés ou inconnus.

Ce n'est que depuis un siècle environ que nos agriculteurs mayennais ont compris la nécessité du drainage pour enlever l'eau nuisible aux récoltes dans les sols imperméables, et l'utilité de la chaux pour l'amendement des terres dépourvues de l'élément calcaire. Je ne mentionnerai que pour mémoire l'emploi

très restreint des sables dioritiques, qui a été de trop courte durée pour que ses effets aient été bien sensibles.

C'est dans l'arrondissement de Château-Gontier que l'agriculture a tout d'abord rompu avec les procédés anciens. C'est vers 1813, s'il faut en croire les chroniques craonnaises, que l'on y a employé la chaux pour la première fois. Le drainage a commencé seulement en 1850.

Quoique plus abondamment pourvu de calcaire que l'arrondissement de Château-Gontier, l'arrondissement de Laval n'a suivi le mouvement que plus tard, de 1820 à 1830.

Quant à l'arrondissement de Mayenne, dépourvu presque complètement de calcaire, obligé par suite d'aller chercher au loin un amendement qui avait contre lui la routine, il n'a guère drainé et utilisé la chaux que sous le second Empire. Encore toutes les terres sont-elles loin d'avoir été drainées et chaulées: il reste aujourd'hui dans cet arrondissement nombre de terres incultes et de landes, absolument semblables aux terres d'autrefois.

Les terres incultes sont beaucoup plus rares dans l'arrondissement de Laval, et elles ont à peu près totalement disparu de l'arrondissement de Château-Gontier.

Par le fait de ces circonstances, on se trouve donc, dans le département de la Mayenne, dans les meilleures conditions possibles pour étudier l'influence du drainage et de la chaux sur la végétation spontanée, car cette influence date d'assez loin déjà pour l'arrondissement de Château-Gontier, et n'a pas encore commencé dans une partie de celui de Mayenne.

On a ainsi sous les yeux le premier terme et toute une série de termes intermédiaires de cette expérience intéressante, bien différente des expériences ordinaires en ce sens qu'elle a pour elle une longue durée, pour champ d'expérience un département entier, et qu'elle se fait en pleine nature, dans les conditions ordinaires de la vie végétale.

Or, si l'on compare la flore actuelle des terres qui ont été drainées ou amendées par la chaux avec la flore des terres restées incultes et en tenant compte des documents fournis par le

Catalogue départemental des plantes de la Mayenne, publié en 1838, on constate les faits suivants :

1° Le degré d'abondance de la plupart des plantes a considérablement varié depuis le drainage et le chaulage. Telles plantes, autrefois abondantes, sont en voie d'extinction ou ont disparu (*Eriophorum*, etc., beaucoup de plantes de marais).

Un certain nombre d'autres plantes, autrefois en extrême abondance dans nos terres argileuses ou siliceuses, ont diminué en nombre dans de très fortes proportions, quoique cependant leur disparition totale soit peu probable. Tel est le cas des Ajoncs et surtout des Genêts qui couvraient autrefois les terres en jachères et qui se sont réfugiés sur les haies et dans les terres restées incultes.

D'autres végétaux, au contraire, prennent chaque jour de l'extension. Ce sont les plantes indifférentes sur la nature du sol, telles que le *Sonchus arvensis*, le *Scandix Pecten-Veneris*, le *Papaver Rhœas*, etc., qui, autrefois inconnues dans l'arrondissement de Mayenne, menacent aujourd'hui de l'envahir partout.

Enfin, la flore adventice de nos terrains siliceux et argileux, s'est convenablement enrichie par l'apparition de plantes autrefois localisées exclusivement dans nos calcaires et qui en sont sorties grâce au chaulage des terres. Parmi ces plantes, les unes sont absolument acclimatées dans des sols primitivement argileux et siliceux, car non seulement elles s'y maintiennent, mais prennent de l'extension chaque année : *Daphne Laureola*, *Origanum vulgare*, *Buxus sempervirens*, *Mercurialis perennis*, *Iris fœtidissima*, etc.

Les autres sont restées vagabondes, soit en voie d'acclimation : *Reseda lutea*, etc. ; soit sans pouvoir s'acclimater définitivement : *Salvia pratensis*, *Centaurea solstitialis*, *C. Calcitrapa*, *Hyoscyamus niger*, etc. ;

2° Dans un assez grand nombre de points de l'arrondissement de Château-Gontier, on observe un très curieux mélange de plantes dites *calcicoles* et *calcifuges* poussant côte à côte. Ainsi, dans beaucoup de stations de nos environs, des plantes nettement caractéristiques des calcaires : *Iris fœtidissima*, *Buxus*

sempervirens, *Daphne Laureola*, *Mercurialis perennis*, *Linum angustifolium*, etc., vivent en compagnie de plantes caractéristiques de la silice : *Sarothamnus scoparius*, *Ulex europæus*, *Castanea vulgaris*, *Pteris aquilina*, *Conopodium denudatum*, etc.

Dans l'arrondissement de Laval, de pareils mélanges paraissent rares. Les plantes nettement calcicoles ne sont pas encore acclimatées en dehors des calcaires. Mais des plantes calcicoles vagabondes se retrouvent, çà et là, dans des terres argileuses ou siliceuses.

L'arrondissement de Mayenne est plus intéressant.

Dans la station de Marcillé-Grazay, on trouve un calcaire lacustre, tantôt argileux, tantôt siliceux. Sur ce mélange naturel poussent à la fois : *Ophrys apifera*, *Orchis fusca*, *Cirsium acaule*, en compagnie de *Centaurea nigra*, *Betula alba*, *Pilularia globulifera*, *Juncus Tenageia*, et *Digitalis purpurea* (ce dernier plus abondant). Ce qui prédomine, ce sont les plantes argilo-calcaires : *Inula Helenium*, etc., ou silico-calcaires : *Briza minor*, etc.

A Jublains, sur un sol primitivement schisteux, mais, soit fortement chaulé depuis longtemps déjà, soit rendu calcaire par les débris de ciment romain (ruines de l'ancienne cité gallo-romaine de *Noviodunum*), on trouve les : *Specularia hybrida*, *Dipsacus pilosus*, *Mercurialis perennis*, *Reseda lutea*, *Origanum vulgare*, etc.

On voit par ces divers exemples combien le botaniste, imbu de l'idée que la végétation permet de reconnaître à première vue la nature du sol, serait surpris en herborisant dans certaines régions du département de la Mayenne, et en y constatant un mélange aussi hétérogène d'espèces calcicoles et calcifuges.

Ces mélanges peuvent s'expliquer facilement par la considération de la lutte pour l'existence, ainsi que M. Bonnier l'a fait voir dans ses études comparées sur la végétation des Alpes et des Carpathes (1).

Dans les mêmes conditions de climat et d'altitude, un certain nombre de plantes, dites *calcicoles*, sont mieux armées pour la

(1) G. Bonnier. *Observations sur la Flore alpine d'Europe.* (Ann. sc. nat., 1880).

lutte dans un sol calcaire qu'elles ne tardent pas à occuper en entier, concurremment avec les plantes indifférentes. C'est ce qui arrive dans les terrains calcaires proprement dits.

Une autre catégorie de plantes, dites calcifuges, vaincues dans les terrains calcaires, prennent leur revanche dans les terrains siliceux, qu'elles occupent en compagnie des plantes indifférentes.

Mais l'on conçoit qu'un terrain puisse à la fois contenir du calcaire et de la silice en proportions égales. Il est clair que les plantes calcicoles et calcifuges auront sensiblement les mêmes avantages et désavantages. Elles pourront vivre côte à côte, mais elles seront en plus petit nombre ; les plantes indifférentes seules prédomineront, puisqu'elles ne subiront aucune gêne de la part du sol.

Je désignerai un pareil sol sous le nom de *sol intermédiaire*. Les sols intermédiaires peuvent se rencontrer dans la nature où ils doivent être moins rares qu'on a bien voulu le dire. Un bon exemple de ces sols nous est fourni dans la Mayenne par le calcaire argilo-siliceux de Marcillé.

Un sol intermédiaire peut se réaliser artificiellement, et c'est ce qui a eu lieu dans la Mayenne, grâce à l'emploi souvent abusif de la chaux en agriculture.

Dans nos terres argileuses ou siliceuses, les plantes calcifuges prédominaient avant le chaulage et elles ont diminué en nombre au fur et à mesure que l'on a employé la chaux. Au début, la quantité de chaux introduite n'a pas permis aux plantes calcicoles de s'acclimater dans le terrain où elles avaient été apportées accidentellement; elles sont restées vagabondes, pendant un temps variable avec les espèces considérées.

Mais, grâce aux chaulages multipliés, le sol est devenu suffisamment calcaire pour que plusieurs plantes calcicoles aient pris le dessus et aient pu végéter normalement dans un sol qui contenait assez de silice pour que les espèces calcifuges indigènes aient pu soutenir, sans trop de désavantage, la lutte avec les nouvelles venues.

Dans les stations que j'ai citées, nous en sommes à cette période de lutte plus ou moins égale : j'ai pu constater que depuis

dix ans les espèces calcicoles s'étendent chaque année. Si l'on continue, comme on le fait, à employer la chaux, cette extension sera favorisée de plus en plus, au détriment des plantes calcifuges, surtout dans les terres argileuses où la silice est moins abondante.

L'issue de la lutte ne saurait être douteuse : sa durée sera en raison directe des quantités de chaux introduites chaque année.

RECHERCHES

ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES

Par M. Eugène BASTIT

INTRODUCTION

Un grand nombre de savants se sont occupés des Mousses, mais la plupart de leurs publications se rapportent à la morphologie externe et au développement du fruit, et les faits qu'elles mettent à jour sont surtout utilisés dans la classification.

Parmi les travaux anatomiques assez rares qui concernent ces végétaux, on peut surtout citer ceux de Schimper et de MM. Lorentz, Hy et Haberlandt.

Mais, d'une part, Schimper (1) déduit de ses recherches une définition de la tige des Mousses qui permet de considérer comme uniforme la structure de l'axe feuillé, et M. Lorentz (2), qui vient après lui, publie une étude anatomique trop restreinte pour infirmer cette opinion.

D'autre part M. Haberlandt (3), qui révèle une structure plus différenciée dans les Mousses les plus élevées, insiste peu sur la tige souterraine, dont la structure particulière avait été signalée déjà par M. Hy (4), dans une communication à la Société bota-

(1) *Recherches anatomiques et morphologiques sur les Mousses* (Strasbourg, 1848).

(2) *Grundlinien zu einer vergleichenden Anatomie der Laubmoose* (Jahrbücher für wissenchaftliche Botanik, VI, Berlin, 1867).

(3) *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose* (Jahrb. f. wiss. Botanik XVII, Berlin, 1886).

(4) *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXVII (2e série, t. II), p. 106.

nique de France, sans que l'auteur ait exposé les détails de son organisation.

Les travaux physiologiques relatifs aux Mousses sont encore moins nombreux. Les plus importants se rapportent à la fonction de certains tissus conducteurs des liquides, auxquels on a donné le nom de vaisseaux en prenant le mot au sens physiologique, puisqu'on ne trouve rien dans les Mousses qui rappelle anatomiquement le bois et le liber des phanérogames.

Quand j'ai commencé ce travail, mon attention a été tout d'abord attirée par la constitution anatomique de la tige souterraine, si particulière et si différente de la tige aérienne qu'il est permis de s'étonner que son étude anatomique n'ait pas encore été faite; dans l'un des chapitres qui suivent, j'ai tenté de faire l'analyse détaillée de cette organisation.

Le rhizome une fois connu, il était naturel de comparer sa structure avec celle de la tige feuillée. L'étude de l'axe aérien était donc à reprendre dans ses grands traits; elle m'a permis de ramener à un petit nombre de types l'ensemble des organisations en apparence si diverses que l'on rencontre en parcourant l'échelle des Mousses. La comparaison de la structure de la tige souterraine avec celle de l'axe aérien a été facilitée par l'étude anatomique de la région de passage qui relie l'un à l'autre ces deux membres d'un même individu.

La tige aérienne présente dans un grand nombre d'espèces des rameaux qui reproduisent son organisation. L'étude de ces rameaux est particulièrement intéressante dans le cas où la structure de l'axe offre son maximum de différenciation : on peut, en effet, en étudiant une succession de coupes transversales, retrouver dans cet axe les traces de ces rameaux, dont la formation est fort semblable à celle des faisceaux foliaires.

Enfin, bien que la feuille ait été déjà décrite avec soin par les auteurs que j'ai déjà cités, j'ai dû reprendre son étude, au moins dans un cas particulier. Cette étude de la feuille m'a permis d'abord de rapporter à son organisation celle des écailles qui couvrent les pousses souterraines, et celle des feuilles ex-

périmentalement soumises à un changement de milieu; elle m'a permis en outre d'expliquer les mouvements que la feuille exécute sous l'influence de la sécheresse ou de l'humidité.

D'autre part, en observant la diversité des milieux dans lesquels se développent les différentes espèces de Mousses, j'ai été amené à rechercher quelles pourraient être les modifications anatomiques provoquées par l'influence du milieu aquatique sur une espèce essentiellement aérienne.

La direction de la croissance des tiges est subordonnée aux influences combinées de la lumière et de la pesanteur ; un grand nombre d'expériences m'ont permis de déterminer celle des deux causes dont l'action est prépondérante.

Enfin les variations de l'état hygrométrique de l'air provoquent sur les feuilles d'un certain nombre d'espèces des mouvements par lesquels la plante passe dans un état particulier où la fonction respiratoire et la fonction chlorophyllienne sont considérablement modifiées.

L'influence du milieu, l'influence de la lumière, de la pesanteur et de l'humidité de l'air fournissaient matière à des recherches intéressantes : j'exposerai les résultats de ces recherches à la suite de l'étude des tiges.

Ce travail sera donc divisé en deux parties principales :

1re partie : recherches anatomiques.

2e partie : recherches physiologiques.

Enfin, dans un court chapitre seront exposées les conclusions générales.

PREMIÈRE PARTIE

RECHERCHES ANATOMIQUES

Si l'on arrache du sol une touffe de *Polytrichum juniperinum* en enlevant en même temps la terre où se ramifient ses parties souterraines, et si l'on parvient à mettre à nu un pied complet soit en le soumettant à un courant d'eau rapide, soit par tout autre moyen mécanique, on pourra distinguer dans cet individu :

1° Une portion souterraine sans feuilles et dirigée sensiblement suivant l'horizontale ;

2° Une portion aérienne feuillée de direction verticale et naissant de la précédente ;

3° De jeunes pousses naissant aussi de la tige souterraine perpendiculairement à son axe, portant des écailles tant qu'elles restent souterraines, et destinées à devenir autant de tiges aériennes pourvues de feuilles.

D'autre part certaines Mousses présentent des ramifications ayant avec l'axe principal des rapports intéressants.

La partie anatomique de ce travail comprendra donc successivement l'étude de la tige aérienne des rameaux et des feuilles, celle de la tige souterraine et des écailles, enfin l'examen des passages de l'organisation du rhizome à celle de la tige feuillée.

CHAPITRE I

ANATOMIE DE LA PARTIE AÉRIENNE

La tige aérienne des Mousses est loin d'avoir une constitution uniforme : il suffit pour s'en convaincre de pratiquer des coupes dans les divers groupes de Mousses. On est souvent surpris de trouver autant de différences dans les organisations internes de deux types que leurs caractères extérieurs ont conduit à considérer comme voisins. De plus les différenciations les plus considérables se rencontrent dans les Mousses pourvues d'un rhizome ; j'étudierai d'abord les plus simples pour arriver ensuite aux plus élevées en organisation.

§ I. — Structure générale de la tige aérienne.

A. — *Mousses dépourvues de rhizome.*

L'étude des coupes transversales et longitudinales pratiquées dans les Mousses inférieures permet de les ramener à trois types principaux :

1er type : *Sphagnum*. — Si l'on fait une coupe transversale dans la tige du *Sphagnum subsecundum*, on découvre trois tissus parfaitement distincts, savoir en allant de l'extérieur vers l'intérieur : 1° la zone des cellules aquatiques ; 2° l'hypoderme ; 3° le tissu médullaire (Pl. 12, fig. 1 et 3).

La zone des cellules aquatiques comprend de une à trois ou quatre rangées concentriques de grandes cellules parallélipipédiques ou arrondies paraissant toujours vides et communiquant entre elles et avec l'extérieur par de petits orifices circulaires remplaçant la paroi commune résorbée. Cette paroi est de nature purement cellulosique, du moins dans les régions non adjacentes au tissu hypodermique ; les cellules de la rangée la plus interne

subissent la subérification sur la paroi qui touche à l'hypoderme.

Cette zone externe remplace l'épiderme, mais elle n'en prend pas les caractères puisqu'elle reste toujours de nature cellulosique et qu'on n'y rencontre pas de cuticule.

Il est à remarquer que ce tissu particulier ne se rencontre que sur les tiges des espèces aquatiques, *Sphagnum*, *Fontinalis*, etc. Certains types présentent jusqu'à trois rangées de cellules externes, par exemple les *Sphagnum cymbifolium* et *rigidum*.

Le parenchyme central se compose uniformément de cellules médullaires assez régulièrement polygonales ; leurs parois sont de cellulose. A l'état de vie, ces cellules se montrent remplies de grains de chlorophylle. Je n'ai pu rencontrer dans ce parenchyme de formations correspondantes à celles que j'ai trouvées dans les Mousses les plus élevées, formations que j'ai désignées sous le nom de faisceaux.

La zone hypodermique, bien limitée du côté externe par la zone des grandes cellules aquatiques est plus indéfinie du côté de la moelle. On observe, en effet, toutes les transitions entre les éléments de l'une et ceux de l'autre. Le calibre des cellules diminue insensiblement du centre de la tige à la périphérie, tandis que l'épaississement des parois augmente jusqu'à rendre souvent virtuelle la lumière des éléments hypodermiques les plus externes. Avec l'épaississement on constate dans ce tissu une subérification qui se manifeste dans les coupes fraîches par une coloration brune.

Les trois tissus se distinguent facilement en coupe longitudinale, car les éléments diffèrent par la forme et la dimension. C'est ainsi que les grandes cellules externes sont rectangulaires et environ deux fois plus longues que larges ; l'hypoderme comprend des éléments très allongés, fusiformes, à parois épaisses et subérifiées, séparés par des cloisons transversales, très obliques et ponctuées ; la région axiale présente des cellules rectangulaires très allongées mais assez régulières. Ces tissus ont été déjà décrits et il serait superflu de s'arrêter davantage sur leurs caractères, du moins en ce qui concerne les deux régions internes.

Quant à la zone des cellules externes, il est à remarquer qu'on

ne la rencontre que sur des espèces vivant dans un milieu très humide ou submergé. Ainsi tous les individus appartenant au genre *Sphagnum* la possèdent et l'on sait qu'ils sont essentiellement aquatiques. A côté d'eux on peut citer les genres *Fontinalis*, *Leucobryum*, etc. La tige du *Leucobryum glaucum* offre un épiderme dont les cellules n'ont ni cuticule ni épaississement sur la face externe. La paroi extérieure reste cellulosique, et la cellule épidermique, en général petite dans la plupart des Mousses, se montre ici assez grosse pour être comparable aux cellules internes des *Sphagnum* et être considérée comme leur diminutif (Pl. 12, fig. 4).

Il semble donc que l'existence de la zone des grandes cellules externes soit en rapport intime avec l'état d'humidité du milieu. Certaines Mousses possèdent même la propriété remarquable de modifier leur couche épidermique pour s'adapter aux changements successifs du milieu dans lequel elles vivent : l'*Hypnum plumosum* peut vivre avec une égale vigueur dans des ruisseaux, sans cesse arrosés pendant l'hiver et longtemps desséchés pendant l'été. Une coupe transversale m'a laissé voir dans la tige d'un *Hypnum plumosum* submergé une couche unique de grandes cellules externes dont les dimensions atteignent presque celles des éléments de la zone externe du genre *Sphagnum* (Pl. 12, fig. 8). Une autre coupe transversale pratiquée sur un individu de la même espèce recueilli sur un terrain sec indique que la couche la plus externe appartient au tissu hypodermique. Cette couche laisse encore apercevoir çà et là des lambeaux des parois radiales des anciennes cellules externes disparues.

Enfin si l'on soumet à la vie aquatique une Mousse terrestre assez robuste pour vivre dans ce nouveau milieu et pour y donner des rejets, on verra l'épiderme des nouvelles pousses perdre les caractères de celui de la plante mère et se rapprocher de celui des *Sphagnum* au point de ressembler à la couche externe du *Leucobryum* (Pl. 12, fig. 5).

L'existence de la zone externe de grandes cellules est donc en relation étroite avec le milieu aquatique ; celui-ci provoque la formation de celle-là.

2^e^ TYPE : *Thuidium tamariscinum.* — Dans ce type et dans les suivants on ne rencontre plus la zone des grandes cellules externes. Elle est remplacée par une couche épidermique composée d'éléments petits, à section sensiblement carrée, à parois épaisses et subérifiées, qui en coupe longitudinale se montrent peu différents des cellules hypodermiques (Pl. 12, fig. 7).

A côté de ce deuxième type on peut ranger *Hypnum Sturmii. Hedwigia albicans, Pottia carifolia,* un grand nombre d'autres Mousses et toutes les Hépatiques à tige.

3^e^ TYPE : *Mnium hornum.* — Dans les deux types précédents, la tige offre un parenchyme central occupant à lui seul les 5/6 du rayon, le reste étant rempli par l'hypoderme et la couche externe. Ici on constate au centre de la tige l'existence d'un nouveau tissu qui forme, au milieu du parenchyme chlorophyllien à larges éléments, un cylindre de couleur sombre dont les sections cellulaires sont petites. En coupe longitudinale les cellules de ce cylindre central se montrent terminées en pointes aux deux extrémités et sont comparables à des cellules hypodermiques; leurs parois, toujours moins épaisses et lignifiées, sont criblées de ponctuations faciles à mettre en évidence au moyen du carmin aluné ou du rouge Congo. Sur une coupe transversale le cylindre central se révèle sous la forme d'un réseau à mailles irrégulières et serrées; il a un aspect sombre et chagriné qui tranche vivement sur le fond clair du parenchyme environnant (Pl. 2, fig. 2).

Ce parenchyme, qui occupait l'axe de la tige dans les deux types précédents, représente ici le tissu de l'écorce. Ses éléments remplis de chlorophylle sont de larges cellules, polygonales en coupe transversale, conservant les caractères du tissu axial des deux types précédents. Elles diminuent légèrement leur calibre dans le voisinage de l'hypoderme avec lequel elles se fondent insensiblement.

La zone hypodermique présente peu de régularité. L'épaississement des parois, d'abord faible dans le voisinage de l'écorce, augmente, en même temps que la subérification, à mesure qu'on

marche vers la périphérie. Les plus externes des cellules hypodermiques forment l'épiderme ; leurs parois sont très épaisses et leur lumière très petite.

On doit rapporter à ce troisième type, tout en observant que le cylindre central est inégalement développé par rapport à l'étendue de l'écorce, les espèces suivantes : *Hypnum Schreberi*, *H. triquetrum*, *H. cupressiforme*, *Dicranum scoparium*, *Dicranella heteromalla*, *Mnium hornum*, *Grimmia Schultzi*, *Bartramia pomiformis*, *Barbula muralis*, *Funaria hygrometrica*, etc.

B. — *Mousses pourvues d'un rhizome.*

Type : *Polytrichum juniperinum.* — Parmi les Mousses de France, le genre *Polytrichum* est certainement le plus élevé en organisation. Outre les tissus que nous avons rencontrés dans le troisième type, la tige du genre *Polytrichum* offre autour du cylindre central une zone assez différenciée et assez sensible aux réactifs pour qu'on ne puisse l'attribuer ni à la moelle ni à l'écorce. Cette région a une importance très grande. Je l'appelle *zone péricyclique ;* mais je dois ajouter qu'au point de vue du développement la zone péricyclique des Mousses et le péricycle des Phanérogames ne sont pas comparables. D'une façon générale, on ne peut d'ailleurs établir d'analogie étroite entre les tissus de la tige des Mousses (issue de la spore) et les tissus de la tige des autres plantes (issue de l'œuf). Les mots tels « qu'écorce » et « moelle » exigent eux-mêmes ici une définition spéciale.

Ces réserves étant faites, j'aborde l'étude de la tige.

Une coupe transversale dans la partie feuillée d'une tige de *Polytrichum juniperinum* présente, quand on marche de la périphérie au centre : 1° l'épiderme ; 2° la zone hypodermique ; 3° le parenchyme de l'écorce ; 4° la zone péricyclique ; 5° le parenchyme médullaire.

1° *Épiderme.* — L'épiderme comprend une seule assise de cellules très petites dont les parois sont toujours fortement épaissies et la lumière souvent virtuelle. Certains auteurs ont nié l'existence d'un véritable épiderme dans la tige des mousses. Il

est facile de se convaincre du peu de fondement de cette opinion : l'épiderme de la tige feuillée est caractérisé par une cutinisation intense des parois cellulaires et par la présence d'une *cuticule* externe qui se colore d'un rouge intense par la fuchsine ammoniacale (Pl. 12, fig. 6). Dans la région qui porte des feuilles on ne rencontre pas de poils, mais cette formation se retrouve au voisinage du sol à la base non feuillée de la tige. La cuticule et les formations piliformes suffisent pour permettre d'affirmer l'existence de l'épiderme.

2° *Zone hypodermique.* — La zone hypodermique comprend de deux à trois assises d'éléments plus grands que les cellules de l'épiderme, mais plus petits que celles de l'écorce. Les parois sont très épaisses au contact de l'épiderme, plus minces du côté de l'écorce. Les cellules hypodermiques conservent ici les caractères déjà signalés dans les types précédents, et malgré l'absence d'une limite bien tranchée, on ne peut pas confondre cette zone avec le parenchyme cortical.

3° *Écorce.* — La forme des cellules est sensiblement la même que dans les types déjà décrits, mais leurs dimensions et l'étendue du parenchyme sont considérables. Deux modifications importantes apparaissent : d'une part les plus grandes cellules se trouvent au centre de l'écorce, à égale distance de l'épiderme et de la zone péricyclique et les dimensions décroissent quand on marche vers l'un ou vers l'autre ; d'autre part les cloisons cellulaires, qui restent minces et cellulosiques dans les tiges jeunes ou dans la partie basilaire non feuillée, s'épaississent de plus en plus dans les tiges âgées si on les suit du centre à la zone hypodermique. Le parenchyme cortical enveloppe sans interruption la zone péricyclique et acquiert dans cette tige une grande importance puisque son étendue peut atteindre jusqu'à douze rangées de cellules. Cette remarque n'est pas inutile : l'étude du rhizome montrera en effet que l'écorce n'offre pas toujours, dans le type qui nous occupe, la même extension et le même caractère de continuité.

Les coupes transversales faites sur la partie non feuillée de la tige aérienne montrent que le parenchyme de l'écorce, sauf les

modifications indiquées, reste sensiblement uniforme. Il n'en est plus de même dans la partie feuillée : on constate çà et là au milieu du tissu cortical des formations particulières auxquelles j'ai donné le nom de *faisceaux foliaires* parce qu'ils sont formés d'éléments conducteurs. Je ferai ici, au point de vue anatomique, une réserve identique à celle déjà faite au sujet de la dénomination de la *zone péricyclique*. L'étude de ces faisceaux sera faite dans le paragraphe second.

4° *Zone péricyclique.* — Sur une tige fraîche qui n'a pas subi l'action des réactifs, la zone péricyclique ne se distingue pas de l'écorce autrement que par une grande abondance de matières amylacées. La limite de ces deux tissus est peu nette et la technique seule peut la révéler d'une manière suffisante : j'exposerai ici celle qui m'a donné les meilleurs résultats.

On fait absorber par une tige feuillée une solution concentrée de tannin et l'on pratique ensuite dans cette tige des coupes que l'on plonge dans le rouge Congo. Ce réactif colore d'abord toute la coupe, mais le tannin fixe par tous les points où il a été absorbé une plus grande quantité de matière colorante.

Les coupes sont ensuite plongées dans l'hypochlorite de soude, puis dans la potasse pendant une minute environ, temps suffisant pour faire disparaître le contenu des cellules.

On les lave rapidement et on les fait passer dans une solution d'acide phosphorique : Elles prennent instantanément une couleur bleue ; on les plonge dans l'alcool absolu, qui chasse la matière colorante partout, sauf dans les régions qui ont absorbé le tannin. Un séjour trop prolongé dans l'alcool finirait par décolorer ces régions elles-mêmes : il est bon d'enlever les coupes quand on voit l'écorce prendre la coloration jaune orange. On les met alors dans l'essence de girofle et on peut les monter dans le baume de Canada.

Une coupe transversale, ainsi traitée, laisse clairement apercevoir à la périphérie du cylindre central la zone péricyclique parfaitement distincte, par sa coloration bleue, du parenchyme de l'écorce. Quand elle passe par la partie feuillée la coupe

montre également les faisceaux foliaires colorés en bleu et tranchant sur le fond pâle du tissu cortical.

On remarque que, dans l'espèce étudiée, la zone péricyclique, dernier terme du cylindre central, se montre composée de trois assises. Les deux assises les plus internes, qui sont restées incolores, se montrent formées de cellules peu régulières tenant le milieu, sous le double rapport du calibre et de l'épaississement des parois, entre les cellules de l'écorce et celles de la moelle periphérique. Le troisième ne se distingue des deux autres que par sa coloration bleue. A l'état frais les deux assises internes se montrent gorgées de matières amylacées, tandis que l'assise externe offre un contenu moins réfringent.

Dans la partie feuillée, ces trois assises forment autour de la moelle une couronne peu régulière par suite du travail de multiplication qui s'est opéré dans la zone péricyclique en vue de la formation des faisceaux foliaires. Mais si la coupe passe vers le milieu de la partie basilaire de la tige la zone péricyclique la montre régulièrement circulaire. La figure 6 (Pl. 12) est une portion d'une coupe faite dans la partie basilaire. La tige a absorbé une solution de tannin, la coupe a été traitée ensuite par la fuchsine ammoniacale : j'ai obtenu ainsi la coloration en rose de l'assise externe, *pe*, de la zone péricyclique; les deux assises internes *pi* sont restées incolores. On voit donc que la zone péricyclique forme à la périphérie du cylindre central un tissu distinct à la fois de la moelle et de l'écorce par le calibre des cellules et l'épaisseur de leurs parois et par l'action des réactifs.

5° *Parenchyme médullaire.* — La coupe précédente montre que ce parenchyme se sépare en deux régions : 1° une région centrale ou moelle interne; 2° une région périphérique ou moelle externe.

La région centrale se colore moins fortement sous l'action des réactifs. Elle est constituée par des files de cellules nées par des cloisonnements parallèles, d'une cellule unique. Ces files peuvent comprendre de deux à sept ou huit cellules; leurs parois externes sont toujours très épaisses et lignifiées, tandis que chaque paroi interne commune à deux cellules consécutives de la

file conserve sa nature purement cellulosique. Les réactifs ne font jamais disparaître entièrement la coloration brune causée par la lignification; il reste toujours une coloration jaune persistante.

La moelle externe offre trois ou quatre rangées de cellules petites, à section sensiblement carrée, d'un calibre à peu près uniforme dont les parois un peu épaissies, mais non lignifiées, se colorent fortement en bleu sous l'action des réactifs, et se distinguent nettement de la moelle interne. D'autre part la dimension faible de ces cellules éléments empêche qu'on les confonde avec ceux de la zone péricyclique.

Le parenchyme médullaire comprenant les deux régions interne et externe est toujours assez restreint dans la tige aérienne et son rayon dépasse rarement le quart du rayon de la tige. J'aurai l'occasion de montrer l'importance de son étendue dans la tige souterraine.

Toutes les espèces appartenant au genre *Polytrichum* présentent dans leur tige aérienne les caractères du *P. juniperinum.*

Dans le genre *Pogonatum* les caractères de la zone péricyclique sont déjà un peu moins évidents bien qu'appréciables.

Si l'on passe au genre *Atrichum*, les coupes ne révèlent plus à la limite du cylindre central une différence bien nette entre la moelle externe et la zone péricyclique : les éléments qui par leur position se rapporteraient à cette zone ne sont pas sensibles aux réactifs. Cependant, grâce au contenu amylacé des cellules, on peut, sur des tiges fraîchement coupées, reconnaître les traces de la zone péricyclique. Dans le chapitre suivant, j'aurai l'occasion de montrer que le genre *Atrichum* présente dans sa tige souterraine les caractères atténués du type *Polytrichum*. On peut donc dire que sous le rapport anatomique la tige du genre *Atrichum* forme le passage du type *Mnium* au type *Polytrichum*.

Les nombreuses Mousses exotiques que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. Van Tieghem m'ont offert avec clarté et pour ainsi dire avec exagération les caractères que j'avais rencontrés dans les espèces françaises du genre *Polytrichum*. Presque toutes ces Mousses sont en effet de grande taille; le diamètre de leur

tige est rarement inférieur à 3 millimètres et les tissus sont plus résistants. Les manipulations sont donc plus faciles.

Parmi elles je citerai : *Pogonatum macrophyllum*, de Java ; *P. convolutum* et *P. alpinum*, du cap Nord ; *P. proliferum*, de l'Inde anglaise ; *Polytrichum Mahense*, des Seychelles ; *P. elatum*, de la Réunion ; *Polytrichadelphus giganteus*, de l'Équateur ; *P. semi-angulatus* du Brésil ; *P. Magellanicus* et *Dawsonia superba*, de la Nouvelle-Zélande ; *Catharinea dendroides* du Brésil. Dans cette dernière les caractères de la tige du type *Polytrichum* sont tellement nets qu'il n'est pas besoin de réactifs pour les reconnaître. L'assise la plus externe de la zone péricyclique présente des parois cellulaires colorées naturellement en rouge brique, et, comme les éléments de l'écorce restent cellulosiques et pâles, la limite de séparation des deux tissus est très nette.

De tout ce qui précède on peut tirer les conclusions suivantes :

La tige des Mousses, considérée au point de vue anatomique, présente quatre types de constitution, savoir :

Tiges	à parenchyme chlorophyllien uniforme limité par :	Une zone de cellules aquatiques................	I. Type *Sphagnum*.
		Une couche épidermique.	II. Type *Thuidium*.
	à parenchyme différencié en cylindre central et parenchyme chlorophyllien.	Cylindre centr. uniforme.	III. Type *Mnium*.
		Cylindre central différencié en cordon médullaire et en zone péricyclique................	IV. Type *Polytrichum*

§ II. — ÉTUDE DES FAISCEAUX DANS LA TIGE AÉRIENNE.

L'examen de la structure de l'axe feuillé vient de montrer que dans les coupes transversales pratiquées un peu plus bas que la région feuillée de la tige, la zone péricyclique forme autour du cordon central une ceinture régulièrement circulaire (*pi, pe*. fig. 6, Pl. 12) et que le parenchyme de l'écorce est sensiblement homogène. On ne trouve pas de traces de faisceaux dans cette région. Mais si la coupe passe dans la partie feuillée, elle indique des modifications importantes portant principalement

sur la zone péricyclique et la périphérie du parenchyme médullaire. On y observe toujours un certain nombre de faisceaux foliaires en voie de formation et à différents stades de développement. Considérons l'un de ces faisceaux dans la région de la tige où se manifestent les premières différenciations, et suivons-le jusqu'au point où, sortant de la tige, il pénètre dans la nervure d'une feuille. Une première coupe nous montre qu'en un point de sa périphérie la moelle (1, fig. 30) a multiplié le nombre de ses cellules de manière à former sur la coupe

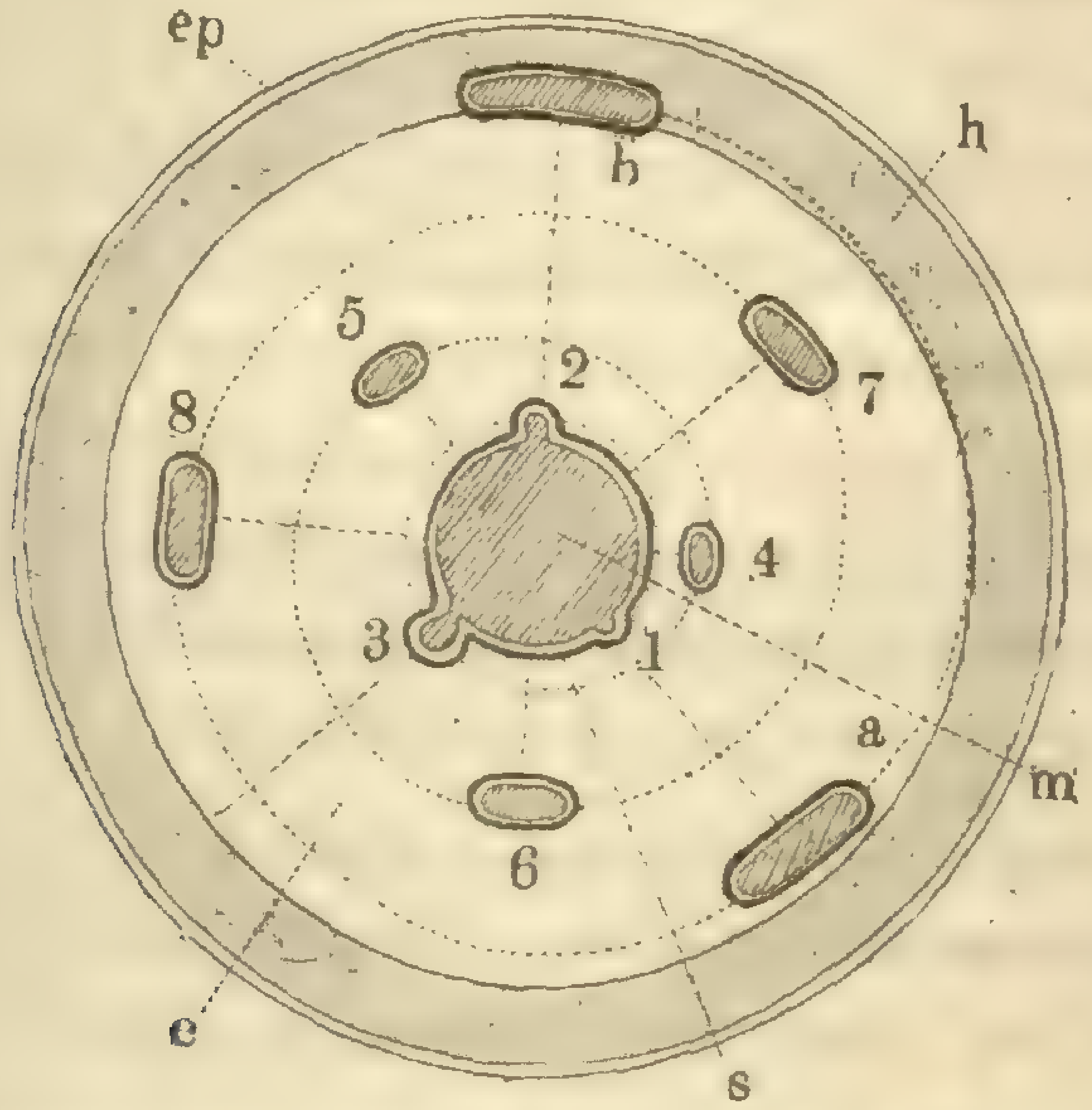


Fig. 30. — Coupe transversale théorique de la tige de *Polytrichum juniperinum*, montrant la loi de divergence des faisceaux foliaires. — 1, partie la plus interne d'un faisceau; *a*, faisceau né dans le même plan axial que le faisceau 1; *ep*, épiderme; *h*, hypoderme; *e*, écorce; *s*, zone péricyclique; *m*, cordon médullaire central; 2,3,4,5,6,7,8, divers faisceaux foliaires.

une sorte de proéminence qui repousse devant elle la zone péricyclique. Dans une seconde coupe pratiquée un peu plus haut la proéminence s'est accentuée, mais la forme n'en est pas modifiée; elle donne alors l'apparence qu'on observe en 2 (fig. 30). Si la coupe passe plus haut encore, on voit que le faisceau se détache et ne communique avec la moelle de la tige que par un étroit canal; la figure 30 indique ce stade en 3. En pratiquant des coupes de plus en plus rapprochées du sommet de l'axe, on observera qu'arrivé au stade 3 le faisceau étrangle de plus en plus sa base et ferme le canal de communication en-

tre sa moelle et celle de la tige, et qu'en même temps la zone péricyclique multiplie ses cellules pour passer entre la tige et le faisceau sans cesser d'entourer l'un et l'autre. Au stade 4 fig. 30 le faisceau s'est éloigné de l'axe, ayant acquis sa zone péricyclique propre, tandis que le parenchyme de l'écorce le sépare du cylindre central de la tige. Il constitue alors une trace foliaire.

Tant que ce faisceau reste voisin de l'axe et qu'il n'a pas dépassé la partie médiane de l'écorce, on n'y peut distinguer autre chose que les deux tissus médullaire et péricyclique qui ont contribué à sa formation. Mais aussitôt qu'il approche de la zone hypodermique, il est plus différencié, et au moment où il sort de la tige pour passer dans la nervure d'une feuille, sa structure est au maximum de différenciation. Cette structure est du reste assez simple. Le faisceau comprend, en ce point, trois rangées de cellules : 1° une rangée interne composée de grands éléments à section sensiblement carrée et au nombre de sept à huit; 2° une rangée externe de cellules dont la forme diffère peu de celles des éléments précédents; 3° une rangée médiane de cellules minuscules dont chacune est adjacente à deux éléments consécutifs de la rangée interne et aux deux cellules correspondantes de la rangée externe, de manière à simuler un espace intercellulaire.

Ainsi constitué, ce faisceau s'entoure de tissu hypodermique et constitue la nervure de la feuille. En étudiant la feuille nous le retrouverons, et il sera plus facile d'en rapporter les éléments aux tissus correspondants de la tige aérienne.

Quand on examine la coupe transversale d'une tige fraîche qui n'a pas subi l'action des réactifs, les premiers faisceaux qui se détachent de la moelle n'apparaissent pas nettement; on ne les devine que par suite de la réfringence de la zone péricyclique qui les entoure. Quant aux faisceaux dispersés sans ordre apparent au milieu du parenchyme de l'écorce, on ne peut songer à les distinguer sans recourir aux réactifs. La technique indiquée précédemment m'a rendu, à cet égard, de grands services. Les coupes auxquelles on l'applique présentent tous les faisceaux colorés en bleu au milieu du parenchyme clair et incolore de l'écorce. On les distingue alors nettement et l'on

peut constater qu'ils se forment dans un ordre tel que si l'on part d'un faisceau naissant, en 2 (fig. 30), le faisceau qui naîtra ensuite se formera en 1, à une distance de 3/8 de circonférence comptée dans le sens des aiguilles d'une montre. Autrement dit, l'angle de divergence des rayons qui aboutissent à deux faisceaux consécutifs vaut 3/8. Cette loi peut encore se vérifier en observant la disposition des feuilles sur la tige.

La différenciation des faisceaux dans la tige aérienne peut être facilement étudiée dans les espèces déjà signalées comme étant les plus élevées en organisation, et chez lesquelles les caractères du rhizome et de la tige feuillée sont accusés nettement. De même que dans le *Polytrichum juniperinum*, on arrive à rendre apparents tous les faisceaux foliaires, et on constate qu'ils se forment de la même manière, dans le même ordre et suivant la même loi.

Dans l'*Atrichum undulatum* les faisceaux atteignent bien dans la nervure de la feuille une structure comparable à celle des faisceaux de *Polytrichum juniperinum*, mais les réactifs ne parviennent pas à révéler dans la tige la forme caractéristique de ces faisceaux.

Enfin si l'on passe aux Mousses dépourvues de rhizome, on ne trouve plus nettement la trace des faisceaux foliaires au milieu des tissus de l'axe.

On peut résumer cette étude ainsi qu'il suit :

1° *Il existe dans la tige des Mousses des faisceaux ou traces foliaires naissant suivant une loi de divergence constante pour chaque espèce ;*

2° *Dans les Mousses les plus élevées en organisation ces faisceaux sont reliés au tissu médullaire et à la zone péricyclique ;*

3° *La différenciation la plus grande de ces faisceaux s'observe au voisinage de la zone hypodermique de la tige.*

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1889 ET 1890 (*Suite*).

III. Discomycètes Lichens.

C'est au groupe des Discomycètes, que nous devons maintenant examiner, que se rattachent les Lichens dont M. Bonnier (1) a entrepris la synthèse. Malgré les nombreuses recherches sur cette question, jamais la symbiose n'avait été réalisée dans des conditions de pureté et poussée jusqu'au bout, c'est-à-dire jusqu'à formation de thalles fructifiés exactement semblables à ceux de la nature. Dans les cultures en chambre humide on n'a que les débuts de la synthèse, et les ébauches que l'on obtient ainsi ne permettent de donner qu'une solution insuffisante du problème; on peut s'en convaincre en remarquant que l'on obtient des résultats semblables en semant des spores de Lichens sur des protonemas de Mousses (2) ou même sur du verre pilé. C'est par des cultures pures faites en flacons Pasteur sur roche ou sur écorce que les développements les plus probants ont été réalisés; des tubes à essais bouchés par un tampon d'ouate avec un peu d'eau au fond et contenant un morceau d'écorce suspendue au milieu par un fil de fer conviennent également (fig. 30, A). Enfin des éprouvettes à pied, fermées par un bouchon de caoutchouc où passent deux tubes de verre, permettent de faire des cultures avec renouvellement d'air. Quelle que soit la méthode de culture adoptée, les appareils sont stérilisés préalablement et sur l'écorce ou la roche on dépose d'une part les cellules d'Algues venant d'une culture pure et les spores du Lichen récoltées par le procédé suivant : on flambe une lamelle de verre et on la place sur les apothécies d'un Lichen et les spores projetées sont récoltées contre le verre.

La synthèse des Lichens suivants a été obtenue : *Physcia parietina* (avec apothécies) et *stellaris* (avec apothécies et conidies), *Parmelia Acetabulum* [ces trois espèces ont été obtenues avec *Protococcus*], *Lecanora sophodes, ferruginea, subfusca, coilocarpa, cæsiorufa* [ces cinq espèces ont été obtenues avec *Pleurococcus*], *Opegrapha vulgata, Graphis elegans, Verrucaria muralis* [ces trois espèces ont été obtenues avec *Trentepohlia*].

Les cultures de contrôle faites à l'air libre en même temps ont montré la nécessité des méthodes de culture précédentes; les écorces non stérilisées étaient rapidement envahies par d'autres Lichens apportés par l'air qui mo-

(1) G. Bonnier : *Recherches sur la synthèse des Lichens*. (Ann. sc. nat., 7e année, t. IX, 1889, p. 1, 5 pl.).

(2) G. Bonnier : *Germination des Lichens sur les protonemas des Mousses*. Rev. gén. de Bot., 1889, p. 165, une pl. en couleur).

...aient complètement les résultats de ces expériences et leur enlevaient ... grande partie leur valeur.

L'étude des premiers stades du développement a amené M. Bonnier à distinguer trois sortes de filaments dans les Lichens : 1° les filaments *renflés* (fig. C, *r*), 2° les filaments *chercheurs* (fig. C *f*), 3° les filaments *crampons* (fig. C, *c*). La structure même des filaments présente une particularité

Fig. 31 à 33. — A. Tube à essais bouché par un tampon d'ouate qui est traversé par un fil de fer supportant un fragment de roche à la surface duquel le Lichen se développe. — B. Thalle de *Physcia parietina* fructifié obtenu en culture. — C. Début de la formation d'un Lichen ; *s*, spore du Lichen germant ; *p*, cellules de l'algue isolées ; *r*, filaments renflés ; *c*, filaments crampons ; *f*, filaments chercheurs (d'après M. G. Bonnier).

dont les cultures permettent d'expliquer l'origine ; les parois sont toujours très épaisses, ceci ne s'observe pas en général chez les Champignons. Ce caractère résulte de la symbiose, car il ne s'observe que tardivement sur le Lichen cultivé sans Algue et il reste incomplet.

Le développement des apothécies des Lichens offre également encore bien des points intéressants à élucider. M. Lindau (1) a suivi avec soin l'évolution

(1) Lindau. (Flora LXXI, p. 451, 1 pl.)

de l'*Anaptychia ciliaris;* il a constaté que toujours les apothécies prennent naissance dans la couche à gonidies par la formation d'un système ascogone et d'un système enveloppant. Les ascogones sont spiralés et se terminent par un trichogyne. Le rôle de ce trichogyne est problématique, car l'auteur n'a pas constaté la pénétration des spermaties indiquée par Stahl. C'est seulement après la disparition du trichogyne que se forment les asques au milieu du tissu des paraphyses.

M. Sturgis a examiné à ce même point de vue les Collémacées. Il prétend avoir vérifié tous les résultats de Stahl. Il y indique cependant deux types aberrants de développement : dans le *Collema chalazeanum* il a vu les spermogonies se changer en apothécies; enfin dans plusieurs autres espèces il n'y a pas trace de reproduction sexuée, le fruit est une production purement végétative (Sticta, Peltigera, etc.) (1).

Ce dernier résultat et tous ceux que l'on connaît sur cette question conduisent à faire de grandes réserves sur la signification des phénomènes observés par Stahl.

Un Lichen nouveau a été observé par M. Zukal (2) sous forme d'une masse gélatineuse développée sur des Mousses et composée de *Palmella botryoïdes* associé à une Hypocréacée voisine des *Barya* et *Eleutheromyces*. Le même auteur est amené d'un côté à rayer de la liste des Lichens l'*Ephebella Hegetschweileri* car le Champignon pénètre souvent dans les *Scytonema* et les tuent; ce parasite que M. Zukal appelle *Endomyces Scytonematum* Zuk. doit être rattaché aux Gymnoacées (3).

Un cas de dissociation naturelle d'un Lichen a été observé par M. Martelli (4) sur un *Lecanora subfusca;* au centre du thalle, le Champignon avait été tué par l'humidité et l'Algue seule subsistait.

Les Lichens donnent quelquefois abri à des parasites; c'est ce que M. Maule (5) a observé pour le *Tichothecium microcarpon* qui apparaît au milieu des apothécies de *Callopisma*, et qui lance ses spores en même temps que l'hôte projette les siennes.

Discomycètes proprement dits.

Dans le groupe des Discomycètes, M. Fischer (6) a porté ses recherches sur les *Cyttaria*, Champignons de l'hémisphère austral. Ces végétaux comestibles, arrondis, plus ou moins pédiculés, présentent des sortes d'apothécies

1) Sturgis : *On the carpologic struct. and developp. of Collemaceæ and allied groups.* (Proced. of the American Acad. of arts and sc. XXV, p. 15, pl. I à VIII.

(2) Zukal : *Eine neue niedrig organisirte Flechte Epiglœa bactrospora.* Verhand. d. zool. bot. Ges. Wien 1889, p. 76. — Œsterr. bot. Zeit. t. 40, p. 323, pl. III.

(3) Zukal : *Sporenschläuche der Ephebella Hegetschweileri Itzigs.* (K. k. zoolog. bot. Gesellsch. in Wien., 13 juin 1890).

(4) Martelli : *Un caso di dissociazione naturale nei Licheni.* (Bull. d. Soc. bot. ital. in N. Giorn. bot. it. XXII, p. 450).

(5) Mäule : *Zur Entwickelungsgeschichte von Tichothecium microcarpum.* Ber. de deutsch. bot. Gesell. VIII, p. 113, pl. VII).

(6) Fischer : *Zur Kenntniss der Pilzgattung Cyttaria.* (Bot. Zeit., t. 46, p. 813.

[illegible] à maturité, sortent des tissus périphériques qui les recouvraient; ils [illegible]duisent également des espèces de pycnides. Le développement apprend [illegible] les trois espèces étudiées (une est nouvelle, *C. Harioti*) sont voisines des [illegible]*angium* dont elles diffèrent, entre autres caractères, par la forme des spores.

M. Heimerl (1) s'est occupé avec beaucoup de soin des Ascobolées de la [illegible]-Autriche; la culture et l'étude attentive des formes lui ont permis de [illegible] une revision critique d'un certain nombre d'espèces mal définies. Le [illegible]vail de M. Boudier lui a servi de base, il n'a pas cru cependant devoir [illegible]parer les genres *Thecotheus* et *Lasiobolus* du genre *Ascophanus*, de plus il [illegible] le genre *Thelebolus* aux Ascobolées en se fondant sur les recherches [illegible] M. Zukal; il décrit deux espèces nouvelles de ce dernier genre, *T. nanus* et *Zukalii*. Il a trouvé des affinités intéressantes entre des *Thelebolus* et *As[illegible]* par la découverte de la nouvelle espèce *Ascozonus oligoascus*; [illegible] *[illegible]phanus rhyparobioides* Heimerl sert de même à réunir les *Ascophanus* [illegible] *Rhyparobius*.

Aux environs de Liège, M. Mouton (2) a rencontré un certain nombre de [illegible]comycètes qu'il a décrits en même temps que plusieurs Pyrénomycètes.

M. Phillips (3) a signalé dix espèces de Discomycètes qui ne figurent pas dans son manuel si pratique des Discomycètes anglais; quatre sont nouvelles.

Une inexactitude du Sylloge de Saccardo a été relevée par M. Cooke (4) [illegible]lativement au genre *Lichenopsis* qui n'est pas un Sphéropsidée, mais un [illegible]comycète voisin des *Schmitzonia*. Berkeley a confondu avec cette plante [illegible] autre espèce qui doit faire partie d'un genre nouveau *Platysticta*.

Les Exoascées ont été l'objet de plusieurs recherches. M. Sadebeck (5) a [illegible]dié les espèces du genre *Taphrina* au point de vue des maladies qu'elles [illegible]duisent; il a obtenu, à l'aide de cultures, l'infection de l'*Alnus incana* par [illegible] *Taphrina epiphylla*, qui est identique au *T. borealis*. Parmi les espèces cri[illegible] ou nouvelles il signale : *T. Johansonii* (carpelles du *Populus Tremula*), *T. Celtis* (feuilles de *Celtis australis*), *T. Cratægi*, *T. minor* (pousses de *Prunus* [illegible]*macerasus*) *T. Farlowii* (carpelles de *Prunus serotinus*). Il groupe enfin en [illegible]minant les 32 espèces du genre de la manière suivante :

(1) Heimerl : *Die nieder österreichischen Ascoboleen*, Vienne, 1889.

(2) Mouton : *Notice sur quelques Ascomycètes nouveaux ou peu connus*. (C. R. de [illegible] Soc. roy. de bot. de Belgique, mai 1889).

(3) Phillips : *British Discomycetes. Notes and additions*, (Grevillea, t. XVII, p. 45). [illegible] Alisia Alismatis, Dermatea pseudoplatani, Patellaria Cratægi, Phacidium Clenia[illegible].

(4) Cooke : *What is Lichenopsis?* (Gravillea, t. XVII, p. 94).

(5) Sadebeck : *Neuere Untersuchungen über einige Krankheitsformen von Alnus [illegible] und glutinosa*. (Gesells. f. bot. zu Hamburg in Bot. Centralbl. t. 36, p. 349). — *Kritische Untersuchungen über die durch Taphrina Arten hervorgebrachten [illegible]krankheiten*. (Jahrb. d. Hamb. wissensch. Anstalten, t. VIII, p. 35, 5 pl.).

A. Asques subcuticulaires : *a* Mycelium persistant (*T. pruni*, etc.) ;
b non persistant (*Toaurea, bullata*, etc.).

B. Asques entre les cellules épidermiques ou intercellulaires ou dans les tissus profonds (*T. flava, Potentillæ*).

M. Magnus (1) dans une note sur les mêmes végétaux a établi l'identité du *Taphrina Tosquinetii* (Westend.) Magnus et du *Taphrina alnitorqua* Tul. ; il a prouvé également que les trois plantes suivantes sont les mêmes : *Taphrina Alni incanæ* (J. Kuhn) Magnus, *Exoascus strobilinus* (v. Thümen) et *E. amentorum* Sadebeck.

M. Massalongo (2) a trouvé à Vérone un *Taphrina* sur le *Peucedanum Oreoselinum* qu'il avait proposé d'appeler *T. Oreoselini*, mais il a établi ultérieurement qu'il était identique au *T. umbelliferarum* Rost. Il a également rencontré dans cette même région, sur le *Quercus pubescens*, le *T. cærulescens* (Tul).

Parmi les levures, nous avons à signaler plusieurs espèces nouvelles. M. Adametz (3) a observé un *Saccharomyces lactis* qui fait fermenter le sucre de lait. M. Sorokine (4) a découvert une espèce nouvelle qui envahit les tubercules d'Oignons et les rédait à l'état de gelée ; cette maladie peut être reproduite artificiellement. Un autre *Saccharomyces* (*S. Hansenii*) détermine, d'après M. Zopf (5), une fermentation oxalique quand il se développe dans les milieux les plus variés : saccharose, galactose, glucose, lactose, maltose, etc. ; jamais il n'y a formation d'alcool dans aucun de ces différents milieux.

La production des variétés chez les *Saccharomyces* a été obtenue par M. Hansen (6) ; les formes ainsi obtenues ont perdu la propriété de donner des spores. En cultivant depuis ces variétés, une fois fixées, dans les milieux nutritifs ordinaires pendant un grand nombre de générations, il n'a pu revenir à la forme normale. Ces résultats, qui ont d'ailleurs été déjà établis pour les Bactériacées, ont un grand intérêt au point de vue de la Biologie générale.

En 1886, M. Ludwig a publié une note sur une fermentation alcoolique

(1) Magnus : *Bemerkungen über die Benennung zweier auf Alnus lebender Taphrina Arten.* (Hedwigia, 1890, p. 23).

(2) Massalongo : *Nova species e genere Taphrina* (N. Giorn. bot. ital. t. XXI, 1889, p. 422). — *Osservazioni interno alla Taphrina umbelliferarum Rost. et T. oreoselini* (N. Giorn. bot. it. t. XXI, p. 442). — *Sulla scoperta della Taphrina cærulescens (Tul) in Italia.* (N. Giorn. bot. ital. t. XXII, 1890, p. 274).

(3) Adametz : *Saccharomyces lactis.* (Centralblatt f. Bakteriologie u. Parasit. t. ... p. 116).

(4) Sorokin : *Saccharomyces Allii sp. n.* (Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasit. t. IV, p. 641).

(5) Zopf : *Oxalsauregährung bei einem typischen Saccharomyceten.* (Berichte d. deutschen bot, Gesell. 1889, p. 94).

(6) Hansen : *Production des variétés dans les Saccharomyces.* (Ann. de Micrographie, 1890, t. II, p. 214).

se produisant sur différents arbres et correspondant avec l'apparition de ... dans lesquels s'observent un *Oidium*, qui serait une forme imparfaite d'un *Endomyces Magnusii*; un *Saccharomyces* et différentes Bactéries accompagnent souvent ce Champignon. M. Hansen (1) a eu l'occasion de vérifier aux environs de Copenhague une partie de ces résultats. En cultivant ces organismes, le savant danois n'est pas arrivé à produire aucune transformation de l'*Oidium*, aussi ses relations avec l'*Endomyces* lui paraissent-elles problématiques. Quant au *Saccharomyces*, c'est une espèce très nettement définie qu'il propose d'appeler *S. Ludwigii*.

Terminons cette revision des Ascomycètes en indiquant deux mémoires sur le groupe des *Laboulbéniées* rattachées avec doute aux Ascomycètes. M. Berlese (2) a entrepris la revision des espèces de cette famille; on trouvera dans son travail une clef analytique des genres suivants: *Laboulbenia, Sterigmatomyces, Helminthophana, Appendiculina, Chitonomyces, Heimatomyces*. Le travail de M. Thaxter (3) sur les mêmes Champignons entomophiles est plus riche en faits nouveaux, nous y relevons deux genres nouveaux, *Peyritschiella* et *Cantharomyces*, et cinq espèces nouvelles de *Laboulbenia*.

Enfin signalons le VIII^e volume, *Sylloge* de M. Saccardo (4) comprenant Discomycètes, Tubéracées, Laboulbéniacées, Saccharomycètes et Schizomycètes et la continuation des Discomycètes de la Flore d'Allemagne de M. Rehm (5). On trouve dans les trois fascicules nouveaux les Caliciées (rangées souvent dans les Lichens), les Cénangiées, Dermatées, Patellariées.

OOMYCÈTES.

1° Péronosporées.

Les recherches sur les Oomycètes ont été peu nombreuses, cependant bien des questions restent à élucider sur ces plantes importantes. Parmi les espèces autrefois très étudiées dans le groupe des Péronosporées figure en première ligne le *Phytophthora infestans*, qui produit la maladie de la Pomme de terre; on n'avait cependant pas encore rencontré l'oogone. M. Smorawski (6) prétend avoir été plus heureux que ses devanciers en étudiant un tubercule placé à l'obscurité depuis plusieurs jours; les oogones étaient en relation avec les appareils conidiens bien connus de ce Champignon, mais les anthéridies n'ont pas été observées. Cette absence d'organes mâles indique peut-être qu'il y a dans ce cas parthénogénèse comme dans un certain nombre de Saprolégniées.

(1) Hansen : *Ueber in den Schleimflusse lebender Baume beobachten microorganismen* (Zeitsch. für Bakteriologie und Parasitenkunde 1889).

(2) Berlese : *Revista della Laboulbeniaceæ e descrizioni d'una nuova specie* (Malpighia, t. III, fasc. 1, 1889).

(3) Thaxter : *On some North American species of Laboulbeniaceæ.* (Proceed. of the American Academy of arts and sc. XXV, p. 5).

(4) Saccardo : *Sylloge Fungorum*, t. VIII.

(5) Rabenhorst's *Kryptogamen Flora von Deutschland.*

(6) Smorawski : *Zur Entwickslungsgeschichte der Phytophthora infestans* (Landwirthschaftliche Jahrbücher, t. XIX, 1890, 1^re partie, p. 1-12, 1 pl.)

Le plus souvent, les œufs ne se forment pas, et le mycelium passe l'hiver dans les tubercules, c'est ce que M. Magnus (1) a vérifié non seulement pour le *P. infestans*, mais pour le *Peronospora effusa* qui séjourne dans les rosettes de feuilles des Épinards et pour le *P. Alsinarum* qui demeure dans la feuille et la tige des rejetons d'automne du *Stellaria media*.

L'examen de la structure du noyau des Péronosporées a été l'objet des travaux de M. Wager (2). Il a montré que l'oogone et l'anthéridie contiennent plusieurs noyaux; on peut en compter six à douze dans l'anthéridie, et quelquefois une centaine dans l'oogone. L'oogone primitivement homogène est bientôt envahi par des vacuoles qui rejettent les noyaux à la périphérie; ceux-ci se divisent régulièrement suivant le mode karyokinétique; deux d'entre eux ou un plus grand nombre passent au centre de l'oogone et une mince membrane se forme alors isolant le périplasma. Le passage des noyaux de l'anthéridie n'a pas été observé, de sorte qu'il reste des doutes sur le phénomène de la fécondation. Les noyaux primitifs de l'oosphère se fusionnent-ils avant la fécondation en un seul, y a-t-il fusion avec le noyau ou les noyaux de l'anthéridie? Autant de questions sans solution.

M. Chmielewskij (3) a publié des résultats qui sont en contradiction avec les précédents, car selon lui, il n'y a jamais qu'un seul noyau dans l'oogone; mais, d'après M. Dangeard (4), le globule unique de l'oogone qui a été confondu avec le noyau par M. Chmielewskij est de nature oléagineuse et se dissout dans l'alcool; en réalité il y a dans le *Cystopus* plusieurs noyaux dans l'oogone et l'anthéridie et ils ne se fusionnent pas en un seul.

Citons une espèce nouvelle observée par M. Thaxter (5) sur le *Phaseolus lunatus* (*Phytophthora Phaseoli*), ainsi que la découverte en Amérique du *Peronospora Rubi* Rabh. par M. Halsted (6), celle d'un *Cystopus* (peut-être *C. Convolvulacearum*) sur l'*Ipomæa pandurata* par M. Farlow (7). Signalons enfin plusieurs catalogues de Peronosporées. Celui de M. Swingle (8) contient les espèces du Kansas avec les époques d'apparition des conidies et des œufs. Ce travail offre un intérêt particulier pour le mildew, car il donne la liste des variétés de Vigne qui n'ont point été attaquées jusqu'à ce jour par le *Peronospora*. Ce sont les suivantes : Clinton, Barry, Wylie, etc. Nous relevons dans ce mémoire plusieurs nouveautés, *Peronospora Cynoglossi* Burrill et var. *Echinospermi* Swingle, et *P. Hedeomæ* Kell et Sw.

(1) Magnus : (Verhandl. Bot. Ver. Prov. Brandenburg, t. XXIX, p. 13).

(2) Wager : *Observations on the structure of the Nuclei in Peronospora parasitica during the formation of the oospores* (Annals of Botany, t. IV, p. 127, 1 pl.).

(3) Chmielewskij : *Zur Frage über die Copulation der Kerne bein Geschlechtsprocess der Pilze* (Arbeitem d. neurissischen Nat. Gesell. XIII, Odessa, en russe, voir Bot. Centr., t. XXXVIII, p. 289).

(4) Dangeard : *Sur les oosopores formées par le concours d'éléments plurinucléés* (Comptes rendus de l'Acad. des sc. 1890, n° 9, p. 382).

(5) Thaxter : *A new american Phytophthora* (Bot. Gazette, 1889, p. 273).

(6) Halsted : *Peronospora Rubi Rabh. in. America* (Bot. Gazette, XT, p. 79).

(7) Farlow : *Notes ow Fungi I.* (Bot. Gazette, XIV, p. 187).

(8) Swingle : *A liste of the Kansas species of Peronosporaceæ* (Trans. of the 20 and 21 Ann. Meetings of the Kansas Acad. of Sc. XI, 1889, p. 63-87).

Un catalogue semblable a été dressé par M. Allescher (1), il comprend les localités nouvelles de 5 *Cystopus*, 2 *Phytophthora*, 6 *Plasmopora*, 39 *Peronospora* observés dans la Bavière méridionale.

M. Trail (2) a observé en Ecosse deux espèces nouvelles pour ce pays : *P. Nicolæ* de B. et *P. Radii* de B..

M. de Lagerheim (3) a découvert en Laponie, sur l'*Euphrasia officinalis*, une espèce nouvelle qu'il a désignée sous le nom de *P. lapponica*.

2° Saprolégniées.

M. Rothert (4) a étudié le développement du zoosporange des Saprolégniées. Il se différencie d'abord, à la base du futur sporange, un hyaloplasma distinct du protoplasma général ; cet hyaloplasma forme un anneau transversal et dans le voisinage se produisent des globules de celluline ; une cloison cellulosique apparaît bientôt séparant l'hyaloplasma et la celluline, rejetant la première dessus et la seconde au-dessous. Le sporange est ainsi isolé ; au centre existe une vacuole qui envoie plus tard des ramifications en lames dans le protoplasma pariétal, de sorte que vu de face ce dernier paraît divisé en un réseau. Ces lames interprotoplasmiques deviennent plus épaisses et le protoplasma se contracte de plus en plus. La séparation des zoospores devient complète. On voit alors apparaître des vacuoles dans les zoospores, leur volume augmente et le zoosporange devient turgescent. Les zoospores se contractent de nouveau et se séparent de la membrane ; seules les spores les plus voisines de l'orifice futur restent liées par un cordon de hyaloplasme à la paroi. C'est à ce moment que se développent les cils et que se distinguent au milieu de ces spores de petits globules protoplasmiques. Le sporange se vide alors. La sortie des spores ne serait pas due à une attraction de l'oxygène, comme l'avait pensé M. Hartog ; il y a cependant dans certains cas et pour certaines substances une attraction très manifeste exercée par certaines substances sur les zoospores libres ; ces phénomènes ont été désignés sous le nom de chemotactisme par M. Stange (5).

Les observations de M. Hartog (6) ne s'accordent pas avec les précédentes de M. Rothert. Après le stade dit d'homogénéité, les microsomes se fondent dans le protoplasma qui devient plus clair, mais écumeux par l'apparition d'un grand nombre de vacuoles. La séparation des zoospores ne serait jamais complète à ce stade. Ces spores seraient réunies par leur protoplasma vers l'intérieur du sporange ; les lignes de scission partent de la

(1) Allescher : *Verzeichniss der bisher in Südbayern beobachteten Peronosporeen* (11. Bern. des bot. Vereins in Landshut, 1889, p. 67).

(2) Trail : *The Peronosporeæ of Orkney* (The Scottish Naturalist. XXXIII, p. 30).

(3) De Lagerhein : *Ueber eine neue Peronospora-Art aus Schwedlisch Lappland* (Afdrag ur Botaniska Notiser, 1888).

(4) Rothert : *Die Entwickelung der Sporangien bei den Saprolegnieen ; ein Beitrag zur Kenntniss der freien Zellbildung* (Cohn's Beitrag zur Biologie der Pflanzen, t. V, p. 291 à 351 avec 1 pl.).

(5) Voir Revue générale, 1890, p. 283.

(6) Hartog : *Structure des Saprolégniées* (Comptes rendus de l'Acad. des sc. 1889, CVIII, p. 687).

périphérie et séparent des groupes de plusieurs spores qui ne s'individualisent qu'ultérieurement et lentement.

Le même auteur a porté son attention sur la structure du noyau des Saprolégniées. Ce corpuscule a l'aspect d'une vacuole avec une masse de nucléine centrale ; il se divise par étranglement, mais la karyokinèse peut être observée.

Dans l'oogone ces noyaux multiples se rassemblent et dans l'oosphère mûre ou on n'en observe plus qu'un. Dans le genre *Achlya*, les anthéridies ne déversent aucune substance dans l'oogone ; les spermamibes qu'on y a observés sont des parasites (*Pseudospora*) ; les espèces de ce genre *Achlya* sont donc apogames.

Deux plantes nouvelles ont été découvertes par MM. Bornet et Flahault (1) dans le test calcaire de différents Mollusques. Bien que non fructifiées, ces plantes paraissent se rapprocher des Champignons précédents. L'*Ostracoblade* est formé de filaments très fins, droits, uniformes sans cloisons, la *Lithopythium* est composé de filaments irréguliers à renflements globuleux.

M. Gobi (2) a étudié le *Pythium subtile* de Wahrlich, il est arrivé aux mêmes résultats que l'auteur de cette espèce ; mais il la regarde comme identique au *Pythium reptans* de Bary.

Entomophthorées, Mucorinées.

M. Giard (3) décrit avec détails et représente à l'aide de très belles planches en couleurs les Entomophthorées découvertes il y a deux ans. Nous signalerons dans ce travail l'*Entomophtora saccharina* parasite de l'*Euchelia Jacobeæ*, l'*Entomophthora forficulæ* n. sp. qui attaque le *Forficularia auricularia*.

M. Sorokin (4) a signalé un parasite nouveau de l'*Agrostis segetum* ou ver gris, insecte qui ravage les cultures dans le nord de la Russie. Le corps de la chenille tuée par le *Sorosporella* est rempli d'une poudre de spores agglomérées en masses irrégulières souvent attachées à des filaments mycéliens. La descriptìon de ce *Sorosporella agrostidis* concorde d'une manière complète, d'après M. Giard (5), avec celle du *Tarichium uvella* Krassilstschik : la couleur rouge des spores, l'existence de papilles à leur surface, tout conduit à penser que c'est un seul et même Champignon qui devrait se rapprocher des *Massospora* de Peck.

(1) Bornet et Flahault : *Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des Mollusques* Bull. Soc. bot. de France. Congrès de bot. de 1889, p. CXLVIII).

(2) Gobi : *Sur le Pythium subtile Wahrlich* (Trav. de la Soc. des nat. de Saint-Petersb. XIX, p. 25 en russe).

(3) Giard : *Sur quelques types remarquables de Champignons entomophytes* (Bull. scientifique de la France et de la Belgique, 2e série, 1889, p. 197).

(4) Sorokin : *Un nouveau parasite de la Chenille de la Betterave, Sorosporella agrostidis (gen. et spec. nov.)* (Bull. scientifique de la France et de la Belgique, 1889, p. 77).

(5) Giard : *Observations sur la note précédente* (Id., p. 81).

L'étude des Entomophthorées peut présenter un grand intérêt au point de vue de l'agriculture, car on peut espérer, en effet, communiquer aux insectes plusieurs maladies dues à ces Champignons. On a conseillé l'emploi des spores durables ou *Tarichium*, mais leur germination paraît être difficile comme l'ont établi MM. Brefeld et Thaxter. La muscardine rouge employée par Krassilstschik n'est pas vraisemblablement une spore tarichiale mais la spore du *Sorosporella* précédent. Les Isariées d'ailleurs paraissent devoir se cultiver plus facilement que les Entomophthorées et seraient peut-être d'un emploi plus commode pour la destruction des Insectes (1).

Dans le groupe des Mucorinées, nous n'avons à signaler qu'une espèce nouvelle décrite par M. Zukal (2) le *Thamnidium mucoroides*.

3. **Chytridiacées, Vampyrellées**, etc.

M. de Lagerheim (3) a fait une étude incomplète, mais cependant très intéressante de deux Chytridiacées nouvelles, l'*Harpochytrium hyalothecæ* et *Achlyella Flahautii*. La première, parasite des *Hyalotheca dissiliens*, produit des zooporanges courbés fixés sur l'hôte par un pied filiforme. La seconde a été observé sur du pollen du *Typha;* les sporanges en forme de bouteille ressemblent à ceux des Olpidiées, mais le contenu se partage comme dans les les *Achlya* en masses nues qui se rassemblent à l'orifice du sporange et s'entourent d'une membrane; des zoospores secondaires sont mises ultérieurement en liberté. Ce dernier genre indique donc quelques affinités entre les Chytridiacées et les Saprolégniées.

Un *Vampyrella* a permis à M. Wahrlich d'observer un phénomène d'enkystement assez curieux. Ce *V. vorax* Cnk. ayant mangé différentes Algues, a formé en son centre une grande vacuole qui s'est substituée peu à peu aux plus petites. Cette grande vacuole s'est entourée d'une membrane de cellulose qui subsistait à la germination (4).

M. Zopf (5) a servi le développement d'une Monadinée nouvelle, *Polysporella Kützingii* qui est parasite de diverses Algues (*Cosmarium, Œdogonium, Cladophora*). Cette plante présente des kystes qui se forment au nombre de 4-8-16; par ce caractère, elle se distingue des Pseudosporées. Les zoocystes sont plus petits que les kystes; les zoospores qu'ils produisent ont un cil ou plusieurs. On trouvera dans ce même mémoire des renseignements sur le *Leptophrys Kützingii*, *Pseudospora aculeata* et *Endomonas spermophila*.

(1) Voir avec les trois notes précédentes. Giard : *Analyse critique du travail de Krassilstschik : De insectorum morbis qui fungis parasitis efficiuntur* (Bull. scientifique de la France et de la Belgique, 1889, p. 120).

(2) Zukal : *Ueber eine neue Mucorinee, Thamnidium mucoroides* (K. K. zool. bot. Gesells. in Wien, 13 juin 1890).

(3) De Lagerhein : *Harpochytrium und Achlyella, zwei neue Chytridiaceen Gattungen* Hedwigia, 1890, p. 149, 1 planche).

(4) Wahrlich : *Anatomische Eigenthümlichkeit einer Vampyrella* (Berichte d. deutschen bot. Gesells. 1889, p. 277, 1 pl.).

(5) Zopf : *Untersuchungen über Parasiten aus der Gruppe der Monadinien* (39 p. 3 pl. Halle).

Un autre *Pseudospora* a été soigneusement étudié par M. Gobi (1). Ce parasite produit dans une Vauchérie des zoosporanges et des zoogonides à protoplasma nu, pourvues d'un cil et de forme changeante. Le zoocarpe ou zoosporange peut produire soit des zoogonidies, soit des amibes ressemblant d'une manière complète à un *Actinophrys*. En terminant ce travail, l'auteur insiste sur les ressemblances de ce *Pseudospora* et du *Plasmodium Malariæ* décrit par Marchiafava et Celli dans la Malaria.

Signalons enfin plusieurs espèces nouvelles dues à MM. Thomas (2) (une Synchytriée) et Hartog (3) (une Monadinée) et une étude de M. Hisenger (4), établissant l'intervention d'un *Tetramyxa* dans la formation des tubercules de *Ruppia* et *Zannichellia*.

Au point de vue histologique, M. Dangeard (5) a étudié la constitution du noyau des Synchytriées, Olpidiacées, Chytridinées proprement dites et Ancylistées. — Les *Synchytrium* présentent de très gros noyaux à chromatine localisé au centre qui se divisent par étranglement, rarement par le mode indirect; les kystes contiennent un seul noyau. Dans les *Woroninia*, *Rozella*, *Olpidium Ancylistes*, les noyaux ont l'aspect de petits granules de chromatine dense à structure indistincte. Ce même mémoire renferme la description chez le *Rhizidium intestinum* de zoosporanges de kystes sporangiaux (résultant de la mise en réserve de tout un zoosporange) et enfin, de kystes internes; dans ces derniers organes, M. Dangeard croit voir l'analogue des œufs, bien qu'il n'ait jamais observé d'anthéridie; il paraît d'avis de rattacher la formation de ces kystes à un phénomène de parthénogenèse correspondant à une reproduction sexuée se produisant comme dans les Péronospérées avec formation d'un périplasma. Cette théorie n'est malheureusement fondée que sur une seule observation.

Ce travail intéressant se termine par la description du genre nouveau *Resticularia* voisin des *Lagenidium* et *Myzocytium*. Ce parasite attaque les *Lyngbia* et produit en certains points des zygospores (?) sans qu'on puisse faire aucune distinction entre protoplasma mâle et femelle car le filament qui donne naissance à ces organes reproducteurs est unique et ne se cloisonne pas.

(1) Gobi : *Études sur le genre Pseudospora* (en russe. Voir Bot. Centralbl. t. 39. p. 347).

(2) Thomas : *Synchytrium alpinum n. sp.* (Berichte d. deutsch. Bot. Gesells. 1889, p. 52).

(3) Hartog : *A Monadina parasitic on Saprolegnieæ* (Annals of Botany, t. IV. n. 15, 1890).

(4) Hisenger : *Recherches sur les tubercules du Ruppia rostellata et Zannichellia polycarpa provoqués par le Tetramyxa parasitica* (Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora fennica, Fjortinde, 1888.

(5) Dangeard : *Recherches histologiques sur les Champignons* (Le Botaniste, 2e série, 2e fasc. avec 2 pl. III et IV, 1890). *Étude du noyau dans quelques groupes inférieurs* (Comptes rendus de l'Acad. des sc. 29 juillet 1889).

MYXOMYCÈTES.

Les recherches portant sur le groupe des Myxomycètes ont été nombreuses pendant les deux années précédentes.

M. Dangeard (1) a porté son attention sur le noyau du *Spumaria*. M. Lister (2) s'est occupé des mouvements du plasmode, M. Massee (3) a étudié avec détail la constitution du capillitium des Trichiacées formé d'élatères libres (*Trichia, Oligonema*) ou d'élatères en réseau libre (*Hemarcaria*) et d'élatères fixées à la paroi du sporange et non en réseau (*Alvisia, Protatrichia*).

Le genre nouveau *Orcadella* appartenant aux Clathroptychiacées a été découvert par M. Wingate (4). Plusieurs espèces nouvelles ont été signalées par MM. Massee et Cooke (5).

Enfin deux monographies détaillées ont été publiées par M. Raunkiær (6) Ziliakow (7). Dans la première figurent 96 Myxomycètes observés en Danemark et dans la seconde, 38 espèces rencontrées dans le gouvernement de Kazan.

CHAMPIGNONS IMPARFAITEMENT CONNUS.

1. Sphæropsidées, Mélanconiées, etc.

Dans le groupe des Champignons imparfaitement connus, M. Baccarini (8) a suivi l'évolution des pycnides. Il les rattache à deux types : dans une première catégorie de formes, le développement est défini, c'est ce que l'on observe dans les Sphéropsidées : dans une seconde catégorie, que l'on rencontre dans les Nectrioïdées, Leptostromacées et Mélanconiées, le développement est au contraire indéterminé.

Les débuts de la germination ont fait surtout l'objet des recherches de M. Massalongo (9). Cette germination, qui peut se produire après six mois de repos, se manifeste soit par des tubes et bourgeons *Phyllosticta*, soit seulement par des bourgeons (*Phoma*).

Plusieurs genres nouveaux ont été décrits pendant la période que nous

(1) Dangeard : *Recherches histologistes sur les Champignons* (Le Botaniste, 1890).

(2) Lister Arthur : *Notes on the plasmodium of Badhamia utricularis et Brefeldia maxima* (Annals of Botany, II, nº 5).

(3) Massee : *A revision of the Trichiaceæ* (Journ. of the Roy. micros. society, 1889, p. 315, pl. 5 à 8).

(4) Wingate : *Orcadella operculata* (Proceed. of the Acad. of Nat. sc. of Philadelphia, 1889, p. 280, 1 pl.).

(5) Cooke et Massee : *New British Fungi* (Grevillea, 18, 1889, p. 26). Massee : *Mycological notes* (Journ. of Mycology, V. p. 184).

(6) Raunkiær : *Myxomycetes Daniæ eller Danmarks Slimsvampe tilligemed et Forsög till en Myxomyceternes Systematik* (Botanisk Tidskrit. XVII, 88 p. 4 pl.).

(7) Ziliakow : *Flore des Myxomycètes du Gouvernement de Kazan* (Scripta botanica horti Univ. Imp. Petropolitanæ. II, 1er fasc., p. 25) (en russe, résumé allemand).

(8) Baccarini : *Sullo sviluppo dei picnidi* (Bull. della Soc. bot. ital in Nuov. Gior. bot. ital., t. XXII 1890, p. 150).

(9) Massalongo : *Sulla germigliazione delle sporule nelle Sphæropsideæ* (Bull. della Soc. bot. ital. in Nuov. Giorn. bot. ital. XX, p. 437).

examinons. Le genre *Trichophila* trouvé par M. Oudemans (1) sur les poils d'un Fourmilier ; le genre *Asterinula* observé par MM. Ellis et Everhart (2) sur les feuilles de *Magnolia ;* enfin le genre *Crumenella* voisin des *Godronia* récolté par M. Karsten (3).

Les espèces dans ces groupes mal connus sont souvent assez mal définies, beaucoup d'entre elles disparaîtront, c'est ce que M. Oudemans (4) a montré pour l'*Acochyta Dianthi* et le *Septoria Dianthi* dont la synonymie compliquée est exposée avec soin par l'auteur d'après les expériences qu'il a pu faire.

Signalons enfin un grand nombre d'espèces nouvelles dues à MM. Briard (5), Delacroix (6), Ellis et Galloway (7), Karsten et Hatiot (8), Passerini (9) et Kellermann et Swingle (10).

Mucédinées simples ou agrégées, etc.

Plusieurs de ces Champignons ont une importance comme parasite.

M. Stapf (11) a étudié une maladie se produisant dans les caves de culture des Agarics, dans les environs de Vienne ; les Champignons perdaient leur fermeté et devenaient aqueux par suite du développement du *Verticillium agaricinum.* Dès que le mycélium de l'Agaric est envahi par cette moisissure, il est impossible de l'isoler et le nettoyage de la cave est le seul moyen de le combattre.

M. Roumeguère (12) a constaté des ravages semblables sur des *Primula*, *Clivia* et *Begonia* à la suite de l'invasion du *Spicaria verticillata* qui est très commun aux environs de Toulouse.

Ces Champignons parasites se développent quelquefois dans l'appareil di-

(1) Oudemans : *Trichophila Myrmecophagæ* (Hedwigia, 1889, p. 361).

(2) Ellis et Everhart. *New and rare species of north american Fungi* (Journ. of Mycology, t. V, nº 111) avec la description d'un grand nombre d'espèces rares ou nouvelles de Phoma, Phyllosticta, etc.

(3) Karsten : *Sphæropsidæ hujusque in Fennia observatæ* (Acta Soc. p. Fauna fennica VI, Helsingfors, 1890). Monographie des Sphéropsidées de Finlande en latin.

(4) Oudemans : *Observations sur quelques Sphéropsidées qui croissent sur quelques espèces européennes de Dianthus* (Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akad. van Wetensch. afd. Natuurkunde 3e Recks, VII, p. 97, 1 pl.).

(5) Briard : *Champignons nouveaux* (Rev. mycol., XII, p. 131). Phoma, Dothiorello, etc.

(6) Delacroix : *Note sur quelques Champignons inférieurs nouveaux recueillis à l'Exposition universelle de Paris de* 1889. (Bull. de la Soc. Myc. de France, t. VI, p. 9) (Voir du même auteur : même vol. t. VI, p. 139, 181).

(7) Ellis and Galloway : *New western Fungi* (Journ. of Mycology, t. V, p. 65. 1889). Phoma, etc.

(8) Karsten et Hariot : *Fungilli imperfecti novi* (Journ. de bot., 1890, p. 357).

(9) Passerini : *Diagnosi di Funghi nuovi* III, IV (C. R. Acad. roy. des Lincei. Rome, 1888). — *Sopra alcuni Phoma* (Nuivo Goorn. bot. Ital. XXII, 1890, 46).

(10) Kellermann et Swingle : *New species of Kansas Fungi* (Journ. of Mycolog. t. V, nº 111).

(11) Stapf : *Ueber den Champignons chimmelals Vernichter von Champignon culturen* (Verhandl. der K. K. Zool. bot. Gesells. in Wien, 1889, p. 617). M. Cooke a observé un Angleterre une pareille maladie due à un *Hypomyces.*

(12) Roumeguère , *Ravages du Spicaria verticillata* (Rev. myc., XII, p. 70).

gestif. M. Balbiani (1) a trouvé trois Champignons dans le tube intestinal des Myriapodes. L'un d'eux avait été observé autrefois par Plateau, aussi l'auteur l'appelle-t-il *Onphalocyctes Plateaui;* il se présente sous forme de masses bourgeonnantes dans l'intestin; dans les excréments de l'animal, on trouve des espèces de masses sphériques (kystes) qui paraissent germer comme des œufs, peut-être a-t-on affaire dans ce cas à un Oomycète. Le *Mononema moniliforme* est composé de très longs chapelets de spores plus grosses à l'extrémité qu'à la base. — Enfin le *Rhabdomyces Lobjoyi* est une sorte de Champignon composé de bâtonnets isolés ou groupés en petit nombre produisant des arthrospores.

Parmi les Champignons qui croissent dans la bouche, le Muguet est un des plus étudiés et cependant nos connaissances sur son histoire se réduisent à peu de chose. M. Laurent (2) a recueilli dans la bouche de malades une moisissure qui en germant a donné une forme *Dematium* ressemblant d'une manière frappante à celles qu'il a pu obtenir à l'aide du *Cladosporium herbarum*. Le Champignon du Muguet étant cependant distinct du *Dematium pullulans*, il propose de l'appeler *Dematium albicans*. Ce résultat n'a pas été vérifié par MM. Linnossier et Roux (3), qui n'ont jamais obtenu dans leurs cultures que des sortes de levure ou des formes filamenteuses et enfin ce qu'ils appellent des chlamydospores. Ces dernières sont des cellules arrondies à protoplasma granuleux, à membrane épaisse, qui se produisent à l'extrémité des filaments.

Les Champignons peuvent quelquefois se développer dans la peau de divers animaux et produire de véritables maladies. Un pareil exemple de dermatose a été observé par M. R. Blanchard (4) sur la queue d'un Lézard vert. Cet animal présentait trois grosses excroissances cutanées qui étaient dues à un *Selenosporium* qui a pu être cultivé; dans les cultures sur agar-agar, l'auteur a vu se produire des conidies blanches, en croissant, analogues à celles qu'on observait dans les excroissances précédentes. A côté de cette espèce, on pouvait observer des spores d'un autre Champignon qui paraissent identiques à celles de l'*Alternaria* plutôt qu'au *Septosporium* comme l'indique M. Blanchard.

M. Giard (5) a découvert d'un autre côté plusieurs Champignons entomophytes intéressants. Le *Chromostylium chysorrheæ*, que l'auteur avait primi-

(1) Balbiani : *Entophytes des Myriapodes* (Journ. d'anatomie et de physiologie de Robin, t. XXV, 1889, p. 5 à 45 avec deux planches).

(2) Laurent : *Observations sur le Champignon du Muguet* (Extrait du Bull. de la Soc. belge de Microscopie, t. XVI).

(3) Linnossier et Roux : *Sur la morphologie et la biologie du Champignon du Muguet* (Compt. rend. de l'Acad. des sc., t. 109, p. 759. — Voir égal. t. 110, p. 355).

(4) R. Blanchard : *Sur une remarquable dermatose causée chez le Lézard vert par un Champignon du genre Selenosporium.* (Extrait des mémoires de la Soc. zoologique de France, 1890, 15 p., 7 fig. dans le texte).

(5) Giard : *Sur quelques types remarquables de Champignons entomophytes* (Bull. scientifique de la France et de Belgique, 1889, p. 197, 5 pl. en coul.).

tivement décrit comme *Metarrhizium*, est probablement un *Isaria*, il se développe sur les chenilles des *Liparis chrysorrhea*. L'*Epichlœa divisa* n. g. et n. sp. se trouvait dans le corps d'un Éphémérien collé sur une feuille d'Aulne; il est formé d'articles cylindriques courts portant à chacune de leurs extrémités une ou deux spores. L'*Halisaria gracilis* nov. gen. et nov. sp. a été rencontré dans les larves d'un Diptère habitant les Balanes; ce curieux cryptogame est formé de filaments grêles, peu ramifiés, portant à leur extrémité des spores ovoïdes cylindriques très allongées. Enfin le *Polyrhizium leptophyei* nov. g. et nov. sp. est un Champignon à spores brunes bicellulaires, rappelant les *Cladosporium*, qui attaque un Orthoptère, le *Leptophyes punctatissima* et le recouvre d'un duvet blanchâtre en le collant aux feuilles d'Orme. La lecture de ce mémoire, ainsi que l'analyse critique du travail de M. Krassilstschek du même auteur (1), montre le grand intérêt de ces études pour la destruction des Insectes nuisibles.

Cienkowski et Metschnikoff avaient déjà tenté d'appliquer ces connaissances en semant sur le sol de la terre de muscardine ou de la poudre de Champignon. Cette terre était obtenue en mélangeant les spores de muscardine verte à de la terre; 90 litres environ de cette terre suffisent d'après les calculs des savants russes pour détruire les larves distribuées sur un hectare. On peut se convaincre qu'il ne s'agissait pas dans ces recherches de pures spéculations mais de choses essentiellement pratiques. Il paraît vraisemblable qu'un nombre assez grand d'espèces différentes pourraient être employées dans ces recherches : *Cordiceps*, *Isaria*, *Stilbum*, *Botrytis* sans compter les Entomophthorées.

Les Insectes ne sont pas seuls attaqués par les Champignons. M. Eckstein (2) a observé sur un Cerf le *Trichophyton tonsurans;* l'infection et le transport des spores doit se faire grâce à l'intervention des parasites de l'animal.

L'histoire de tous ces Champignons est encore très incomplètement connue soit parce que la culture n'en a pas été tentée, soit parce qu'elle n'a donné que des résultats insuffisants. Leur polymorphisme rend de plus leur étude très complexe, plusieurs nouveaux exemples le montrent.

M. Costantin (3) a établi à l'aide de cultures pures que l'*Echinobotryum atrum* et le *Stysanus Stemonitis* étaient deux états d'un seul et même Champignon; presque à la même époque, M. Berlèse (4), qui n'avait pas eu connaissance de ce résultat, arrivait à cette même conclusion.

M. Costantin (5) a publié dans le présent recueil les conclusions de ses

(1) Krassilstschik : *De Insectorum morbis qui fungis parasitis efficiuntur* (Id., 1889, p. 121 à 136. Analyse critique de M. Giard).

(2) Eckstein : *Cervus elaphus von Trichophyton tonsurans befallen* (Zoolog. Anzeiger, 1890, p. 40).

(3) Costantin : *Echinobotryum et Stysanus* (Journ. de bot., 1889, 16 juillet, p. 240, avec une planche).

(4) Berlese : *Sullo sviluppo di alcuni Ifomiceti. I rapporti biologici tra l'Echinobotryum atrum et le Stysanus Stemonitis* (Malpighia 1889, p. 243.

(5) Costantin : *Sur les variations des Alternaria et des Cladosporium* (Rev. générale de bot. 1889, p. 454 avec 2 pl.).

recherches sur les variations des *Alternaria* et *Cladosporium*, il a montré que dans certaines circonstances l'*Alternaria* pouvait prendre la forme d'un *Cladosporium*.

S'il est bon de bien préciser le polymorphisme, il est non moins utile de réduire à néant les métamorphoses trop hâtivement observées.

M. Mattirolo (1) a établi que l'*Epicoccum neglectum* n'a aucun rapport génétique avec les *Pleospora*. Malheureusement un résultat négatif peut toujours être contredit par une observation ultérieure.

M. Harz (2) a observé un Champignon se développant dans une cuve à glycérine d'une fabrique de savons où il formait pendant toute l'année une sorte de peau d'un brun rouge ou rosé. Cette forme nouvelle que l'auteur appelle *Physomyces* fructifie comme une sorte de *Torula;* à cette fructification simple en succède une autre composée de sphères de spores présentant des filaments ramifiés à la surface.

Un autre Champignon étudié par M. Mœller (3) provoque la formation des tubercules d'Aulne ; ce n'est pas un Plasmodiophore comme on l'a cru, mais une sorte d'Hyphomycète unicellulaire, le *Frankia subtilis*, formé d'un court mycélium, terminé quelquefois à l'extrémité par un sporange qui contient un grand nombre de spores devenant libres par résorption de l'enveloppe. Ces spores pénètrent dans d'autres cellules, en germant. Un Champignon analogue existe dans les Eléagnées; mais le *Myrica Gale* est attaqué par un parasite distinct qui mérite le nom de *Frankia Brunchorstii*.

M. Miliakaris (4) a observé pour les *Agaves* un Myxomycète douteux le *Tylogonus Agave* présentant des masses plasmodiales à l'intérieur desquelles (?) se forment des spores.

Signalons plusieurs genres nouveaux. MM. Costantin et Rolland (5) ont décrit une moisissure bourgeonnante jaune à laquelle ils ont donné le nom de *Blastomyces luteus* (6). M. Erikson (7) a donné dans sa collection de Champignons scandinaves la diagnose d'un nouveau genre de Dématiées, l'*Haplographium*. MM. Berlèse et Bresadola (8) ont découvert le genre *Morinia* qui est un *Pestalozzia* à spores mûriformes. Le *Langloisula spinosa* nov. g. nov.

(1) Mattirolo : *Contribuzione alla biologia del genere Epicoccum* (Malpighia, t. II, p. 463).

(2) Hary : *Physomyces heterosporus* (Sitz. des bot. Vereins in München, 10 fév. 1890. Bot. Centralbl., t. 41, p. 378 et 405).

(3) Moller : *Beitrag zur Kenntniss der Frankia subtilis Brunch.* (Ber. d. deutsch. bot. Gesells., VIII, p. 215).

(4) Miliakaris : *Tylogonus Agavæ. Beitrag zur Kenntniss der niederen endophytische Pilze*, in-4° 6 p., 1 pl.

(5) Costantin et Rolland : *Blastomyces, genre nouveau* (Bull. del Soc. Myc. de France, t. IV, 1889, 3e fasc. avec une planche).

(6) Cette forme paraît présenter de grandes ressemblances avec les appareils conidiens de certains *Gymnoascus*. Les essais de cultures n'ont point permis jusqu'ici d'établir si cette analogie avait un fondement.

(7) Erikson : *Fungi parisitici Scandinavi exsiccati.*

(8) Berlese et Bresadola : *Micromycetes Tridentini* (Annuario delle Societa digli Alpinisti Tridentini, 104 p. in-8, 1889).

sp. défini par MM. Ellis et Everhart (1) diffère assez peu des *Monosporium* ou *Monilia*.

La culture de ces espèces inférieures peut se faire dans certains cas, même quand on a affaire à des espèces parasites. C'est ce que M. Meyer (2) a montré pour le *Polystigma rubrum*, le *Ramularia asperifolia*, *Protomyces macrosporus*, *Plasmodiophora Brassicæ*.

M. Costantin (3) a cultivé avec succès l'*Amblyosporium umbellatum*, il a obtenu des sclérotes rougeâtres. Une espèce voisine, l'*Amblyosporium bicollum* du même auteur a été retrouvée en Danemark par M. Rostrup (4) ainsi qu'une nouvelle espèce de *Sepedonium* (*S. fuscum*).

Ces végétaux inférieurs poussent sur les milieux les plus variés, tel est le *Torula* étudié par M. Martelli (5) qui pousse sur les éponges de toilette. — Un Champignon observé par M. Amann (6) attaque les sporogones des Mousses et se ramifie au milieu des spores ; malheureusement la fructification de cette espèce est restée inconnue.

Parmi les espèces intéressantes nouvelles, nous pouvons citer : un *Ramularia* observé sur le Coton par M. Atkinson (7) ; un *Stysanus* rameux rencontré par M. Rolland (8) ; un *Rhinotrichum* signalé par MM. Cooke et Massee (9) en Angleterre ; un *Fusisporium moschatum* ayant une odeur de musc très caractéristique étudié successivement par MM. Kitasato (10) et Heller (11) : enfin l'on doit à M. Massalongo (12) et à Delacroix (13) la description de plusieurs types nouveaux.

M. Ludwig (14) a découvert sur un *Bertya rotundifolia* de l'Australie une sorte de Fumago assez semblable à l'*Heterobotrys paradoxa* ; on doit au même auteur une étude sur un *Torula monilioides* qui produit une sorte de fermentation gélatineuse sur le Pommier. (*A suivre.*)

(1) Ellis et Everhardt : *New species of Hyphomyceteons Fungi* (Journ. of Mycology, t. V, 1889, p. 68). Ce mémoire contient la description d'un grand nombre d'espèces.

(2) Meyer : *Unters. über die Entwick. einiger parasitis cher Pilze bei saprophytischer Ermährung* (Landwertsch. Jahrb. 4 p. 4 pl. Berl., 1888).

(3) Costantin : *Notes sur la culture de quelques Champignons. Amblyosporium umbellatum* (Bull. de la Soc. Myc. de France, t. V, p. 112).

(4) Rostrup : *Mykologiske Meddelelser* (Meddel. f. d. bot. Foren, 1888).

(5) Martelli : *Sulla Torula spongicola* (Bull. de Soc. bot. ital. in Nuov. Giorn. bot ital. t. XXII, p. 463).

(6) Amann : *Mycose sur le sporange des Mousses* (Rev. bryol., t. XVI, 1889, p. 13).

(7) Atkinson. *A new Ramalaria on Cotton* (Bot. Gazette, t. XV, p. 166), Ramularia areola.

(8) Rolland : *Une nouvelle espèce de Stysanus. Stysanus ramifer* (Bull. de la Soc. Myc., t. VI, p. 104, 1 figure dans le texte).

(9) Cooke and Massee : *New british Fungi* (Grevillea, 1889, t. XVIII, p. 26).

(10) Kitasato : *Ueber den Moschuspilz* (Centralbl. f. Bact. and Parasiten Kunde, t. V, 1889, p. 365).

(11) Heller : *Zur Kenntniss des Moschuspilz* (Centralbl. f. Bact. und Parasitenkunde, t. VI, p. 97).

(12) Massalongo : *Ueber einige neue Micromycetes* (Bot. Centralbl. t. XXXXI, p. 385). Cylindrosporium, Phyllosticta, Ramularia, etc.

(13) Delacroix : *Sur quelques espèces nouvelles de Champignons inférieurs observés au laboratoire de pathologie végétale* (Bull. de la Soc. Myc. de France, t. VI, p. 99, 139, 181, pl. XV). Fusarium, Monopodium, etc.

(14) Ludwig : *Mycologische Notizen* (Deutsche, bot. Monatsch.). *Ein microscopische Schlungpflanze* (Bot. Centralbl., t. XXXVII, p. 339).

Tige des Mousses.

Imp. ...

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Ecoles, à Paris.

VIENT DE PARAITRE :

TRAITÉ

DES

ARBRES ET ARBRISSEAUX

FORESTIERS, INDUSTRIELS ET D'ORNEMENT

Cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France

DONNANT LA DESCRIPTION ET L'UTILISATION D'ENVIRON 1800 ESPÈCES ET 1000 VARIÉTÉS

Par P. MOUILLEFERT

Professeur de sylviculture à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

AVEC UN ATLAS CONTENANT 232 PLANCHES INÉDITES DONT 32 COLORIÉES

« Mon plan peut être ainsi résumé : il consiste à entreprendre d'exposer l'histoire succincte de tous les principaux arbres, indigènes ou exotiques, que l'on trouve actuellement en Europe, soit dans les forêts, soit dans les collections dendrologiques, soit dans les parcs ou jardins publics ; je parlerai aussi de ceux que l'on rencontre le plus communément dans les orangeries et dans les serres : en un mot de tous ceux que l'on cultive au triple point de vue : forestier, industriel et ornemental ; c'est-à-dire d'environ 1800 à 1900 espèces botaniques et 800 a 900 variétés.

« Avant d'entrer en plein dans mon sujet, j'ai cru devoir commencer par donner quelques notions de Botanique spécialement affectées à l'étude des Arbres.

« Quant à l'histoire des Arbres dont il sera question, elle comprendra quatre parties principales : La première : ce qui concerne la patrie, l'origine et l'aire géographique de l'espèce décrite. La deuxième : les principaux caractères botaniques qui distinguent l'arbre étudié. La troisième partie comprendra les conditions d'existence de l'arbre, c'est-à-dire les sols et les milieux qui lui conviennent, les moyens de reproduction et d'extension dont il dispose. Enfin, dans la quatrième partie j'indiquerai la nature des produits, bois, fruit, écorce, etc., utilisables. J'indiquerai aussi le parti que l'on peut tirer de l'espèce étudiée, au point de vue forestier, ornemental et industriel.

« Je n'ai pas, il va sans dire, la prétention de faire une œuvre parfaite du premier coup ; mon travail contiendra certainement des omissions et même des erreurs inévitables dans un sujet aussi vaste ; mais l'essentiel était de commencer à faire « *quelque chose* », de faire un large cadre, ou de mettre l'édifice debout : les tirages complémentaires ainsi que les éditions qui pourront survenir combleront peu à peu les vides, tout en améliorant l'œuvre ; aussi dans ce but je recevrai toujours avec reconnaissance les observations que mes lecteurs voudront bien me présenter.

« P. MOUILLEFERT. »

MODE ET CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le **Traité des arbres et arbrisseaux** formera un volume de texte de 1060 à 1100 pages et un atlas de 232 planches du format in-8°.

L'ouvrage sera publié en 33 livraisons, chacune de 32 pages de texte, la 1re avec 8 planches noires d'éléments de la botanique des arbres, la deuxième avec 3 planches noires d'éléments de botanique, 3 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée, les suivantes avec 6 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée dans le genre de celles de l'Atlas Masclef.

Il paraîtra deux livraisons par mois.

Prix de chaque livraison : 1 fr. 25.

Les quatre premières livraisons sont en vente.

En envoyant à l'éditeur, *d'avance et en une fois*, la somme de **40 francs**, on recevra l'ouvrage entier, port compris, au fur et à mesure de l'apparition des fascicules, y compris deux cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Le prix de ces deux cartons pour les acheteurs à la livraison est de 2 fr. chacun.

Aussitôt l'ouvrage achevé, le prix en sera porté à 50 francs.

CORBEIL. — Imprimerie CRÉTÉ.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 juillet 1891

N° 31

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1891

Pages

I. — LES PLANTES EUROPÉENNES INTRODUITES DANS LA VALLÉE DU MINNESOTA (avec une planche), par **M. Conway Macmilian**........................ 28[illegible]

II. — NOUVELLES RECHERCHES SUR L'ASSIMILATION ET LA TRANSPIRATION CHLOROPHYLLIENNES (*fin*), par **M. Henri Jumelle**.................................. 29[illegible]

III. — RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES (avec planches et figures dans le texte) (*suite*), par **M. Eugène Bastit**... 30[illegible]

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1889 et en 1890 (avec figures dans le texte). (*fin*), par **M. J. Costantin**.................................. 317

V. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET DE CHIMIE VÉGÉTALES, parus d'avril 1890 à juin 1891, par **M. Henri Jumelle**.. 32[illegible]

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 15. — *Carte de l'Amérique du Nord, montrant l'immigration des plantes dans la vallée du Minnesota*

Cette livraison renferme en outre cinq gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

LES PLANTES EUROPÉENNES
INTRODUITES
DANS LA VALLÉE DU MINNESOTA

Par M. CONWAY MACMILIAN

(Planche 15.)

La vallée du Minnesota, grâce à sa situation exceptionnelle et à son peu d'étendue, est peut-être la région naturelle la mieux placée pour nous donner une idée un peu précise sur les conditions actuelles d'introduction et de propagation des espèces de la flore européenne dans l'Amérique du Nord. En effet, cette vallée qui s'étend entre les 92° et 97° de longitude ouest et les 43° et 47° de latitude nord, sur une superficie d'environ 15.706 milles carrés, occupe le point central des versants de l'Amérique du Nord, à une altitude qui varie entre 1744 et 675 pieds au-dessus du niveau de la mer. Tributaire du Mississipi, elle est bornée à l'est et au sud par le bassin proprement dit de ce fleuve dont les eaux se jettent dans le golfe du Mexique ; à l'ouest le bassin du Missouri sert d'écoulement à la région des Montagnes Rocheuses de Montana et d'Idaho ; enfin au nord se trouve le bassin de la Rivière Rouge qui se jette dans la baie d'Hudson. Il suffira d'ailleurs d'un simple coup d'œil jeté sur la carte (pl. 15) pour bien se rendre compte de cette situation centrale de la vallée du Minnesota par rapport aux trois bassins que nous venons de nommer.

Dans de telles conditions géographiques la vallée du Minnesota offre évidemment, au point de vue de l'étude de l'immigration des plantes exotiques, un champ de recherches bien plus précis et plus limité que n'importe quel pays politique ;

c'est cette considération qui nous a porté à publier les quelques remarques suivantes sur les plantes européennes qui y croissent sans aucune culture.

La flore phanérogamique de la vallée du Minnesota compte à peu près 1300 espèces. Sur ce nombre, 280 environ, soit presque le tiers, se trouvent également dans l'ancien monde, mais parmi ces dernières espèces, communes à la fois à l'ancien monde et à la vallée du Minnesota, il faut distinguer entre celles qui peuvent être considérées comme indigènes dans la vallée et celles qui y sont manifestement introduites. Les premières sont principalement des plantes sibériennes, chinoises ou japonaises ; les secondes, au contraire, sont presque toutes originaires de l'Europe. En effet, plus des neuf dixièmes de ces plantes introduites croissent spontanément dans l'Europe occidentale, et parmi elles il y en a au moins 130 qui ont été introduites dans la vallée pendant ces quarante dernières années.

Nous allons citer, dans les listes suivantes, celles qui sont aujourd'hui les plus répandues.

1° Plantes européennes établies principalement au nord-est de la vallée.

Ranunculus bulbosus.
Ranunculus acris.
Delphinium Consolida.
Fumaria officinalis.
Sisymbrium Thalianum.
Erysimum orientale.
Alyssum calycinum.
Viola tricolor.
Saponaria officinalis.
Lychnis vespertina.
Arenaria serpyllifolia.
Cerastium viscosum.
Malva silvestris.
Erodium cicutarium.
Trifolium arvense.
Trifolium procumbens.
Medicago sativa.
Vicia sativa.
Sedum Telephium.
Daucus Carota.
Tussilago Farfara.
Inula Helenium.
Chrysanthemum Leucanthemum.
Senecio vulgaris.
Cirsium arvense.
Cichorium Intybus.
Sonchus oleraceus.
Sonchus arvensis.
Linaria vulgaris.
Verbena officinalis.
Leonurus Cardiaca.
Lamium amplexicaule.
Symphytum officinale.
Lithospermum arvense.
Lithospermum officinale.
Echinospermum Lappula.

Cynoglossum officinale.
Solanum Dulcamara.
Chenopodium Botrys.
Rumex obtusifolius.
Rumex sanguineus.
Salix purpurea.
Salix alba.
Dactylis glomerata.
Bromus secalinus.
Bromus racemosus.
Avena fatua.
Panicum glabrum.
Arrhenatherum elatius.
Phalaris canariensis.

2° Plantes européennes établies principalement dans la portion sud.

Nigella damascena.
Berberis vulgaris.
Papaver somniferum.
Fumaria officinalis.
Cochlearia Armoracia.
Alyssum calycinum.
Saponaria officinalis.
Cerastium viscosum.
Malva silvestris.
Malva crispa.
Medicago sativa.
Vicia sativa.
Daucus Carota.
Æthusa Cynapium.
Dipsacus silvestris.
Inula Helenium.
Chrysanthemum Leucanthemum.
Artemisia Absinthium.
Senecio vulgaris.
Centaurea Cyanus.
Cirsium arvense.
Onopordon Acanthium.
Tragopogon pratensis.
Sonchus oleraceus.
Sonchus asper.
Anagallis arvensis.
Verbascum Thapsus.
Verbascum Blattaria.
Linaria vulgaris.
Veronica arvensis.
Leonurus Cardiaca.
Cynoglossum officinale.
Solanum Dulcamara.
Chenopodium rhombifolium.
Polygonum orientale.
Euphorbia Cyparissias.
Urtica dioica.
Populus pyramidalis.
Dactylis glomerata.
Bromus secalinus.
Avena fatua.
Panicum glabrum.
Setaria verticillata.
Phalaris canariensis.

3° Plantes européennes établies principalement dans la portion ouest et nord-ouest.

Brassica campestris.
Thlaspi arvense.
Trifolium hybridum.
Marrubium vulgare.
Asperugo procumbens.
Chenopodium urbicum.
Chenopodium Bonus-Henricus.

4° Plantes européennes établies partout.

Nasturtium officinale.
Sisymbrium officinale.
Sinapis arvensis.
Sinapis alba.

Brassica nigra.
Camelina sativa.
Capsella Bursa-pastoris.
Saponaria Vaccaria.
Silene noctiflora.
Lychnis Githago.
Stellaria media.
Cerastium vulgatum.
Malva roduntifolia.
Linum usitatissimum.
Trifolium pratense.
Melilotus officinalis.
Melilotus alba.
Anthemis Cotula.
Tanacetum vulgare.
Cirsium lanceolatum.
Arctium Lappa.
Mentha viridis.
Mentha piperita.
Nepeta Cataria.
Glechoma hederacea.
Chenopodium album.
Chenopodium hybridum.
Polygonum Persicaria.
Polygonum Convolvulus.
Rumex crispus.
Rumex Acetosella.
Asparagus officinalis.
Phleum pratense.
Panicum Crus-Galli.
Setaria viridis.

Comme on le voit par ces listes, le nombre des espèces communes à toutes les parties de la vallée ou à plusieurs à la fois est relativement restreint ; le plus souvent des espèces différentes se sont établies dans des portions différentes de la vallée. La partie ouest et nord-ouest qui appartient à la région des prairies est celle qui compte le moins d'espèces introduites ; c'est au nord-est, à l'est et au sud-est, qui font partie de la région forestière, que l'on en trouve le plus grand nombre.

Si maintenant nous essayons de rechercher la voie suivie par ces plantes européennes pour pénétrer dans la vallée du Minnesota, la situation géographique de cette vallée et aussi cette considération que sa partie sud-est a été la plus longtemps habitée par des Européens et est en même temps la plus riche en chemins de fer, nous portent à conclure que très peu peuvent y être entrées par le bassin de la Rivière Rouge ou par celui du Missouri ; *presque toutes, au contraire, ont pénétré dans la vallée par le bassin du Mississipi dont celui du Minnesota est le tributaire*

Minneapolis, laboratoire de botanique de l'Université du Minnesota.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR L'ASSIMILATION ET LA TRANSPIRATION

CHLOROPHYLLIENNES

Par M. Henri JUMELLE (*Fin*).

Expériences à l'obscurité. — Notre désaccord avec MM. Verschaffelt porte essentiellement sur les expériences à l'obscurité. Contrairement à ce que nous avons observé, MM. Verschaffelt prétendent constater à l'obscurité les mêmes variations de transpiration qu'à la lumière.

Nous reproduisons ici, tout entier, le tableau où se trouvent contenus tous les nombres obtenus par MM. Verschaffelt à l'obscurité.

Les recherches ont été faites avec de jeunes plantes de *Cinnamomum*. Le rapport $\frac{A}{B}$ a été successivement :

A étant privée d'acide carbonique................	1,02
A et B étant dans les conditions ordinaires........	0,95
B étant sans CO^2................................	0,96
A et B étant dans les conditions ordinaires........	0,97
A étant sans CO^2................................	1,06
A et B étant dans les conditions ordinaires........	0,93
B étant sans CO^2................................	0,86
A et B étant dans les conditions ordinaires........	0,85
A étant sans CO^2................................	0,88
A et B étant dans les conditions ordinaires........	0,88
B étant sans CO^2................................	0,84
A étant sans CO^2................................	1,03
A et B étant dans les conditions ordinaires........	0,97
B étant sans CO^2................................	0,94

On ne peut méconnaître qu'il faut ici une grande bonne volonté pour tirer des nombres qui précèdent la conclusion donnée par MM. Verschaffelt.

Remarquons d'abord que le rapport obtenu dans la troisième expérience serait plutôt en sens contraire des conclusions énoncées par les auteurs ; il devrait être plus petit, et non plus grand, que le rapport qui le précède et qui a été obtenu dans les conditions ordinaires, puisque, d'après MM. Verschaffelt, la plante dépourvue d'acide carbonique doit, même à l'obscurité, transpirer plus qu'en présence d'acide carbonique.

Mais nous ne voulons même pas insister sur ce fait, car, pour nous, tous les nombres cités plus haut sont si rapprochés les uns des autres qu'ils sont physiologiquement semblables.

Nous avons vu, en effet, tout à l'heure que, dans des expériences de ce genre, les conditions restant les mêmes, le rapport peut facilement varier dans les limites de $\frac{20}{100}$. *Or, jamais les nombres obtenus par MM. Verschaffelt dans leurs recherches à l'obscurité ne sortent de ces limites.*

Précédemment, à la lumière, malgré les conditions défectueuses que nous avons signalées, MM. Verschaffelt avaient pu cependant, une fois, trouver que le rapport $\frac{A}{B}$ par exemple était :

A étant privée d'acide carbonique................	1,04
B — —	0,56
A et B étant dans les mêmes conditions..........	0,87

De telles différences sont réelles et ne rentrent pas dans les limites d'erreur, mais *jamais à l'obscurité MM. Verschaffelt n'en ont retrouvé d'aussi grandes.*

Bien souvent, le rapport $\frac{A}{B}$ ne varie pas ; il reste 0,88 par exemple, ou, une autre fois, 0,95 (ou 0,96 ou 0,97), alors que les conditions ont été changées.

Nous avons, nous-même, répété des expériences analogues à celles de MM. Verschaffelt. Deux branches de Petit-Houx, étant mises en expérience, le rapport $\frac{A}{B}$ a été :

Les deux plantes étant dans les conditions ordinaires..	0,95
A étant privée d'acide carbonique..........	1,06
B — —	1,00

Le rapport de la troisième expérience est favorable aux conclusions de MM. Verschaffelt, puisqu'il est plus grand que le rapport 0,95 de la première expérience, mais, par contre, la deuxième expérience, où $\frac{A}{B} = 1,06$, est défavorable puisque le rapport est encore plus grand, alors qu'il devait être plus petit, si la plante A avait évaporé plus d'eau que la plante B.

Si nous faisons maintenant plusieurs expériences de suite dans les conditions ordinaires (A et B étant toutes deux pourvues d'acide carbonique), nous trouvons que ce rapport $\frac{A}{B}$ est successivement 0,96 ; 1,02 ; 0,95 ; 1,05. On voit donc que, les conditions étant les mêmes pour les deux plantes, le rapport $\frac{A}{B}$, à l'obscurité, peut présenter exactement les mêmes variations que lorsque l'une des plantes est dans un air privé d'acide carbonique et l'autre dans l'air ordinaire. Les nombres trouvés dans ce dernier cas rentrent, par suite, dans les limites d'erreurs.

Nous nous demandons d'ailleurs comment on pourrait constater des différences de transpiration dans les recherches de MM. Verschaffelt, car pour que des différences pussent être observées, il serait au moins nécessaire que les conditions où se trouvent les deux plantes ne fussent pas identiques. Or, à notre avis, elles le sont, en réalité, complètement.

En effet, d'après MM. Verschaffelt eux-mêmes, la présence de 3 à 4 dix-millièmes pour 100 d'acide carbonique suffirait à modifier la transpiration. MM. Verschaffelt pensent-ils donc que le courant d'air qui traverse lentement la cloche peut entraîner l'acide carbonique, au fur et à mesure que ce gaz est produit par la plante, de telle sorte qu'il n'en reste jamais trace sous la cloche qui doit en être privée ? C'est inadmissible. Il en reste toujours bien une proportion au moins égale, sinon supérieure, à 3 ou 4 dix-millièmes pour 100. Nos deux cloches renferment toujours l'une et l'autre, par le fait même de la respiration des plantes, une petite quantité d'acide carbonique, et la seule différence qu'il puisse y avoir entre elles c'est une différence de 1 à

2 dix-millièmes, dans la proportion de ce gaz, en faveur de la cloche recevant de l'air ordinaire.

Nous ne nous expliquons plus, dès lors, ces prétendues modifications de transpiration; car admettre qu'une différence de quelques dix-millièmes, dans la proportion de l'acide carbonique qu'une atmosphère renferme, peut avoir une influence constatable sur ce phénomène physique de l'évaporation de l'eau chez la plante à l'obscurité, c'est, nous semble-t-il, dépasser les limites de sensibilité que l'imagination peut concevoir.

En résumé :

Les expériences faites par MM. Verschaffelt à la lumière, bien qu'elles aient eu lieu dans des conditions défectueuses qui enlèvent parfois beaucoup de netteté aux résultats, sont la confirmation de celles que nous avions antérieurement décrites.

En ce qui concerne les expériences faites à l'obscurité, le désaccord entre MM. Verschaffelt et nous résulte de ce fait que MM. Verschaffelt considèrent comme différents des nombres physiologiquement semblables. Les différences que ces nombres présentent entre eux rentrent, en effet, dans les limites d'erreur.

Pour se convaincre d'ailleurs que ces différences ne sont pas réelles, il suffit de remarquer que les expériences comparatives que MM. Verschaffelt croient dissemblables sont en réalité identiques.

Voulant en effet comparer, à l'obscurité, la transpiration de deux plantes placées l'une dans une atmosphère privée d'acide carbonique, l'autre dans une atmosphère qui en est pourvue, MM. Verschaffelt fournissent à la seconde plante un air renfermant la proportion de 2 à 3 dix-millièmes d'acide carbonique, sans penser que les deux plantes elles-mêmes introduisent dans l'atmosphère qui les entoure une quantité d'acide carbonique telle qu'une différence de 2 dix-millièmes dans la proportion devient absolument négligeable.

Le seul moyen, pour MM. Verschaffelt, de parer à ces objec-

tions eût été de faire passer sous l'une des cloches, en même temps que l'air ordinaire, un courant lent d'acide carbonique. Nous avions d'abord pensé nous-même à employer ce procédé, pour répondre à MM. Verschaffelt. Mais il est très difficile de régler ainsi la proportion de l'acide carbonique dans le milieu.

Nous avons préféré répéter nos premières expériences en y apportant quelques modifications qui, nous l'espérons, nous mettront à l'abri de tout reproche. Telles qu'elles sont disposées, elles présentent, nous semble-t-il, un double avantage sur celles de MM. Verschaffelt. Elles nous permettent d'abord de placer l'une des plantes dans un milieu où l'acide carbonique est introduit en quantité appréciable, dans la proportion la plus favorable à l'assimilation. En second lieu, elles nous donnent une mesure plus exacte de la transpiration de chaque plante, car l'intensité de cette transpiration peut être déterminée par la perte de poids de la plante après l'expérience.

On élimine ainsi la cause d'erreur due à une absorption incomplète et inégale de la vapeur d'eau par les substances desséchantes.

III. — MODIFICATIONS APPORTÉES A NOS PREMIÈRES EXPÉRIENCES.

Pour répondre aux objections de MM. Verschaffelt, nous avons remplacé, dans nos expériences, la solution de potasse par une solution de baryte.

La solution de baryte, comme celle de potasse, a le pouvoir d'absorber l'acide carbonique de l'air, mais elle n'a aucune action déshydratante. On peut le prouver aisément, d'ailleurs, par un essai préliminaire.

Sous deux cloches, A et B, de même volume, on place deux coupelles de même surface, remplies d'eau, et deux vases contenant de l'acide sulfurique concentré. En outre, sous la cloche A on place une seconde coupelle pleine d'eau; sous la cloche B on met une coupelle de même surface, mais où l'eau est remplacée par une solution de baryte.

Il y a ainsi :

Sous la cloche A : 1° un vase avec de l'acide sulfurique ; 2° une coupelle C_1 pleine d'eau ; 3° une coupelle C_3 également remplie d'eau ;

Sous la cloche B : 1° un vase avec de l'acide sulfurique ; 2° une coupelle C_2 pleine d'eau ; 3° une coupelle C_4 avec une solution de baryte.

Tous ces vases sont pesés avant et après l'expérience.

Nous avons ainsi trouvé une première fois que, après un même temps, les coupelles pleines d'eau, C_1 et C_2, des cloches A et B avaient évaporé la même quantité d'eau, $0^{gr},440$.

D'autre part, la coupelle C_3 (de la cloche A) remplie d'eau et la coupelle C_4 (de la cloche B) contenant la solution de baryte ont perdu, la première $0^{gr},440$ et la seconde $0^{gr},435$.

La solution de baryte n'a donc eu aucune action sur l'évaporation de l'eau placée à côté, dans la coupelle C_2. Et elle-même a perdu sensiblement la même quantité d'eau que la coupelle C_3 remplie d'eau pure.

Dans une autre expérience, nous avons de même trouvé que la coupelle C_3 a perdu $1^{gr},746$, et la coupelle C_4 $1^{gr},700$, les deux coupelles C_1 et C_2 ayant évaporé, d'autre part, une quantité d'eau égale.

La baryte en solution n'aura donc, dans les expériences suivantes, d'action que sur l'acide carbonique ; son influence sur l'évaporation est absolument nulle.

IV. — TRANSPIRATION, A L'OBSCURITÉ, DES ORGANES VERTS EN PRÉSENCE OU EN L'ABSENCE D'ACIDE CARBONIQUE.

Sous les cloches A et B, recouvertes de papier noir, nous plaçons des rameaux feuillés aussi semblables que possible, et, à côté de chacun de ces rameaux, un vase contenant de l'acide sulfurique concentré. Sous la cloche A, où l'on introduit une certaine quantité d'acide carbonique (dans la proportion de 8 p. 100), est en outre une coupelle remplie d'eau ; sous la cloche B (sans acide carbonique) est une coupelle semblable, mais contenant une solution de baryte, destinée à absorber l'acide car-

bonique produit par la respiration de la plante. Nous venons de voir que l'évaporation est sensiblement la même pour l'eau et pour la solution de baryte. Les deux cloches A et B sont donc dans la même condition au point de vue de l'état hygrométrique.

Nos recherches ont été faites avec des feuilles d'*Osmanthus ilicifolius* et de *Ligustrum sinense*.

L'intensité de la transpiration est déterminée pour chaque rameau par la perte de poids que ce rameau éprouve pendant l'expérience.

Osmanthus ilicifolius. — Deux rameaux fraîchement coupés d'*Osmanthus* sont laissés pendant une heure à l'obscurité dans les mêmes conditions, tous deux dans l'air ordinaire.

Au bout de ce temps, ils ont évaporé :

Le premier (*a*).........................	0gr,230 d'eau.
Le second (*b*).........................	0 ,200 —

Le rapport de l'évaporation des deux rameaux est égal à 1,15. L'expérience plusieurs fois répétée montre que ce rapport peut, du reste, varier entre 1,05 et 1,15.

Les deux rameaux sont ensuite mis sous les cloches A et B. En quatre heures ils ont alors évaporé :

Le premier (sous la cloche A avec ac. carb.)....	0gr,110
Le second (— B sans ac. carb.)....	0 ,100

Le rapport de l'évaporation est ici de 1,10, c'est-à-dire sensiblement le même que le rapport précédent.

La coupelle remplie de baryte est maintenant mise sous la cloche A et l'on introduit de l'acide carbonique en B. Les deux rameaux évaporent :

Le premier (sous la cloche B sans ac. carb.).....	0gr,210
Le second (— B avec ac. carb.).....	0 ,185

Le rapport est égal à 1,13. Il n'y a pas de changement sensible dans l'intensité de l'évaporation à l'obscurité, lorsque la plante est privée, ou non, d'acide carbonique.

Ligustrum sinense. — Des expériences analogues faites avec le *Ligustrum sinense* ont donné les mêmes résultats.

A l'obscurité, deux rameaux de ce Ligustrum ont évaporé, à l'air libre et dans les conditions normales :

Le premier	$0^{gr},670$
Le second	$0\ ,645$

Le rapport de l'évaporation est de 1,03.

Mis ensuite sous les cloches A et B, les deux mêmes rameaux ont évaporé :

Le premier (avec ac. carb.)	$0^{gr},470$
Le second (sans ac. carb.)	$0\ ,445$

Le rapport est 1,05, c'est-à-dire sensiblement le même que précédemment.

Nous ne pouvons donc admettre, avec MM. Verschaffelt, que la présence de l'acide carbonique influe sur la transpiration, à l'obscurité.

V. — TRANSPIRATION A LA LUMIÈRE, DES ORGANES VERTS EN PRÉSENCE OU EN L'ABSENCE D'ACIDE CARBONIQUE.

Bien que nos résultats précédemment obtenus à la lumière concordent avec ceux de MM. Verschaffelt, nous citerons ici quelques expériences que nous avons refaites en remplaçant la potasse par la baryte. On verra combien le rapport de la transpiration de deux plantes est ici modifié quand l'une d'elles est privée d'acide carbonique. Les plantes employées dans nos recherches ont été le Houx et le Petit-Houx.

Petit-Houx (*Ruscus aculeatus*). — Deux rameaux de Petit-Houx laissés à la lumière et à l'air libre ont évaporé dans le même temps :

Le premier	$0^{gr},250$ d'eau.
Le second	$0\ ,150$ —

Le rapport égale 1,66.

Ces rameaux ont été alors placés, le premier sous la cloche A renfermant une proportion de 7 p. 100 d'acide carbonique, le second sous la cloche B, où l'acide carbonique est absorbé par la baryte.

On trouve alors que, dans le même temps, l'évaporation a été :

Pour le premier rameau (avec CO^2).............	0gr,470
Pour le second rameau (sans CO^2).............	0 ,510

Le rapport, qui était précédemment 1,66, est donc devenu 0,92, c'est-à-dire que l'intensité de transpiration du premier rameau, placé dans l'air avec acide carbonique, a été considérablement diminuée.

Houx (*Ilex aquifolium*). — Deux rameaux de Houx ont évaporé à l'air libre à la lumière :

Le premier..................................	0gr,500
Le second..................................	0 ,400

Le rapport est égal à 1,37.

Mis ensuite sous les cloches A et B, ces mêmes rameaux ont évaporé :

Le premier (avec CO^2)........................	0gr,230
Le second (sans CO^2)........................	0 ,260

Le rapport, primitivement égal à 1,37, est devenu 0,88.

La présence de l'acide carbonique a donc encore eu pour effet de diminuer l'intensité de transpiration du premier rameau.

On voit que les différences obtenues ici sont tout autres que celles obtenues à l'obscurité et ne peuvent rentrer dans les limites d'erreurs. Il est à remarquer encore que ces différences se produisent toujours dans le même sens, ce qui n'a pas lieu à l'obscurité.

VI. — TRANSPIRATION, A LA LUMIÈRE, DES PLANTES OU DES ORGANES SANS CHLOROPHYLLE, EN PRÉSENCE OU EN L'ABSENCE D'ACIDE CARBONIQUE.

Nous avons émis la théorie que l'absence d'acide carbonique influe sur la transpiration à la lumière parce que cette absence a pour effet d'entraver l'assimilation chlorophyllienne. MM. Verschaffelt se refusent à partager cette manière de voir ; d'après eux, la cause de cette action de l'acide carbonique est tout autre. Ils se reconnaissent d'ailleurs incapables de préciser davantage ; de leur aveu même, la cause à laquelle ils font allusion leur est complètement inconnue.

En faveur de notre théorie, nous pouvons pourtant rappeler nos expériences sur l'anesthésie. Ces expériences, en effet, nous semblent montrer nettement que l'augmentation de la transpiration coïncide, non pas tant avec l'absence d'acide carbonique à la lumière qu'avec l'arrêt de l'assimilation.

Nous profitons de l'occasion que nous offrent MM. Verschaffelt pour apporter encore à l'appui de notre manière de voir un troisième ordre de preuves.

Si l'augmentation de la transpiration à la lumière est due exclusivement à l'absence même d'acide carbonique, et indépendamment de l'arrêt de l'assimilation qui en résulte, cette augmentation doit être observée également à la lumière pour les organes sans chlorophylle placés dans un milieu dépourvu d'acide carbonique. Si, au contraire, cette élévation de transpiration est due surtout à l'arrêt de l'assimilation, l'absence d'acide carbonique ne doit pas influer sur l'évaporation de ces plantes ou de ces organes sans chlorophylle.

Examinons donc comparativement ce qui se passe dans ces organes lorsqu'ils sont exposés à la lumière dans un milieu privé d'acide carbonique et dans un milieu pourvu de ce gaz.

Nos recherches sur ce point ont été faites avec un champignon à chapeau complètement blanc, le *Clitocybe rivulosa*, et des fleurs blanches de Jacinthe et d'Œillet.

Clitocybe rivulosa. — Deux exemplaires, aussi semblables que possible, de ce champignon ont été, aussitôt cueillis, exposés à la lumière, à l'air libre. Ils ont transpiré :

Le premier	$10^{gr},480$
Le second	9 ,350

Le rapport de l'eau évaporée est égal à 1,12.

Ces mêmes champignons ont été mis ensuite tous deux sous les cloches A et B, à la lumière, dans les mêmes conditions que précédemment, les rameaux d'*Ilex* ou de *Ruscus*. Ces champignons ont alors rejeté les quantités d'eau suivantes :

Le premier (avec CO^2)	$3^{gr},810$
Le second (sans CO^2)..............................	3 ,450

Le rapport, égal à 1,10, n'a donc pas varié, bien que l'un des champignons soit resté dans une atmosphère privée d'acide carbonique, tandis que l'air dans lequel se trouvait l'autre champignon renfermait ce gaz dans la proportion de 7 p. 100 environ.

Une autre expérience avec deux autres échantillons de la même espèce a donné les mêmes résultats.

Les deux *Clitocybe rivulosa* ont évaporé à l'air libre :

Le premier	$1^{gr},435$
Le second	1 ,310

Les mêmes ont évaporé sous les cloches, à la lumière :

Le premier (avec CO^2)	$1^{gr},560$
Le second (sans CO^2)	1 ,270

Le rapport est, dans le premier cas, 1,10, et, dans le second 1,21. Ces deux rapports sont sensiblement voisins, et, dans tous les cas, l'avantage au point de vue de l'intensité de la transpiration serait du côté du champignon placé dans une atmosphère avec acide carbonique.

Fleurs de Hyacinthus orientalis. — Des fleurs blanches de Jacinthe, détachées de leur pédoncule floral, ont été laissées un court instant à l'air libre, à la lumière diffuse. Elles ont évaporé :

1er lot	$0^{gr},145$
2e lot	0 ,125

Mises ensuite sous les cloches, elles ont perdu en poids :

1er lot (sans CO^2)	$0^{gr},095$
2e lot (avec CO^2)	0 ,082

Le rapport de l'eau évaporée est, dans le premier cas, de 1,16 et, dans le second, de 1,15. La transpiration n'a donc pas été modifiée.

Fleurs de Dianthus Caryophyllus. — Des fleurs d'Œillet blanc, débarrassées de leurs calices, ont évaporé à la lumière :

1° A l'air libre :

1er lot	$0^{gr},105$
2e lot	0 ,070

2° Sous les cloches :

1er lot (avec CO^2)........................	0gr,035
2e lot (sans CO^2)........................	0 ,022

Le rapport de l'eau évaporée reste sensiblement le même : 1,50 dans le premier cas, et 1,59 dans le second, où, d'après MM. Verschaffelt, il devrait cependant être plus petit.

Ainsi, *à la lumière, la présence de l'acide carbonique n'influe, au point de vue de la transpiration, que sur les organes verts; elle est sans action sur les organes dépourvus de chlorophylle.*

CONCLUSIONS.

Toutes les recherches qui précèdent nous amènent ainsi à formuler, une fois de plus, les conclusions que nous avions déjà énoncées dans nos précédents travaux.

L'absence d'acide carbonique dans l'atmosphère où se trouve une plante, à la lumière, a pour effet d'accélérer la transpiration de cette plante. Nous avions nous-même observé le fait, et MM. Verschaffelt l'ont encore constaté après nous.

Mais, d'après MM. Verschaffelt, et contrairement aux résultats que nous avions obtenus, la même influence de l'acide carbonique sur la transpiration se ferait sentir à l'obscurité. Nous avons montré la cause qui, sur ce point, a induit en erreur MM. Verschaffelt. Ces auteurs ont négligé de déterminer, au préalable, les limites d'erreur que comportaient leurs expériences et ils ont considéré comme différents des nombres qui, en réalité ne le sont pas.

A la suite de leurs expériences, établies dans des conditions défectueuses, MM. Verschaffelt contestent la valeur de la théorie que nous avons émise. L'augmentation à la lumière de la transpiration d'une plante placée dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique ne serait pas due à l'arrêt de l'assimilation, mais à une cause tout autre, d'ailleurs inconnue.

Nous avons cependant prouvé par trois méthodes différentes que c'est bien l'arrêt même de l'assimilation qui produit l'augmentation de la transpiration.

Par la méthode des anesthésiques, en effet, nous avions antérieurement montré que, même en présence de l'acide carbonique, la transpiration de la plante, à la lumière, s'élève notablement lorsqu'on suspend la fonction assimilatrice.

Nous apportons aujourd'hui un troisième ordre de preuves : *la présence de l'acide carbonique, à la lumière, dans l'atmosphère où se trouve une plante, n'agit pas sur la transpiration quand cette plante est dépourvue de chlorophylle. L'influence de l'acide carbonique s'exerce ainsi exclusivement sur la transpiration dite chlorophyllienne.*

Il nous semble donc, plus que jamais, amplement prouvé que *si, à la lumière, l'absence d'acide carbonique a pour effet d'accélérer la transpiration des plantes ou des organes verts, cette accélération s'explique par ce fait que l'énergie des radiations absorbées par la chlorophylle, ne pouvant plus être employée pour la décomposition de l'acide carbonique, se reporte entière sur la transpiration.*

RECHERCHES
ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES
SUR
LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES

Par M. Eugène BASTIT *(Suite).*

---

§ III. — Ramification de la tige aérienne.

Nous aurons à distinguer deux cas selon que la Mousse étudiée est dépourvue ou non de cylindre central. Dans le premier cas la structure de la tige étant très simple, celle du rameau l'est également et on ne trouve pas dans la première des traces du rameau. Si l'on fait sur la tige d'*Hypnum triquetrum* par exemple une coupe longitudinale passant par un rameau, on constate que les tissus de l'un sont en continuité avec ceux de l'autre, mais on ne trouve, dans le parenchyme de la tige, aucune différenciation qui rappelle les traces foliaires des Mousses les plus élevées.

Dans le second cas la tige présente des modifications intéressantes. On y observe en effet des traces des rameaux comme on y trouve des traces des feuilles, et le mode de différenciation des uns peut se rapprocher de celui des autres.

Une Mousse que j'ai déjà citée comme l'une des plus élevées en organisation, *Catharinea dendroides*, permet d'étudier facilement les rapports des rameaux avec l'axe principal. Cette Mousse est de grande taille : la tige atteint jusqu'à 25 centimètres et son diamètre n'est pas inférieur à 2 millimètres. A sa sortie du sol la tige s'élance droite, et quand elle a atteint ou qu'elle est sur

le point d'atteindre sa hauteur définitive, elle émet un bouquet de rameaux qui lui donne l'aspect d'un petit arbuste.

Si l'on fait une coupe au-dessous et assez loin du premier rameau (A, fig. 34), on n'en trouve pas de trace dans la tige. Celle-ci présente, sauf des dimensions plus considérables, l'aspect de la coupe de *Polytrichum juniperinum*. Mais des coupes de plus en

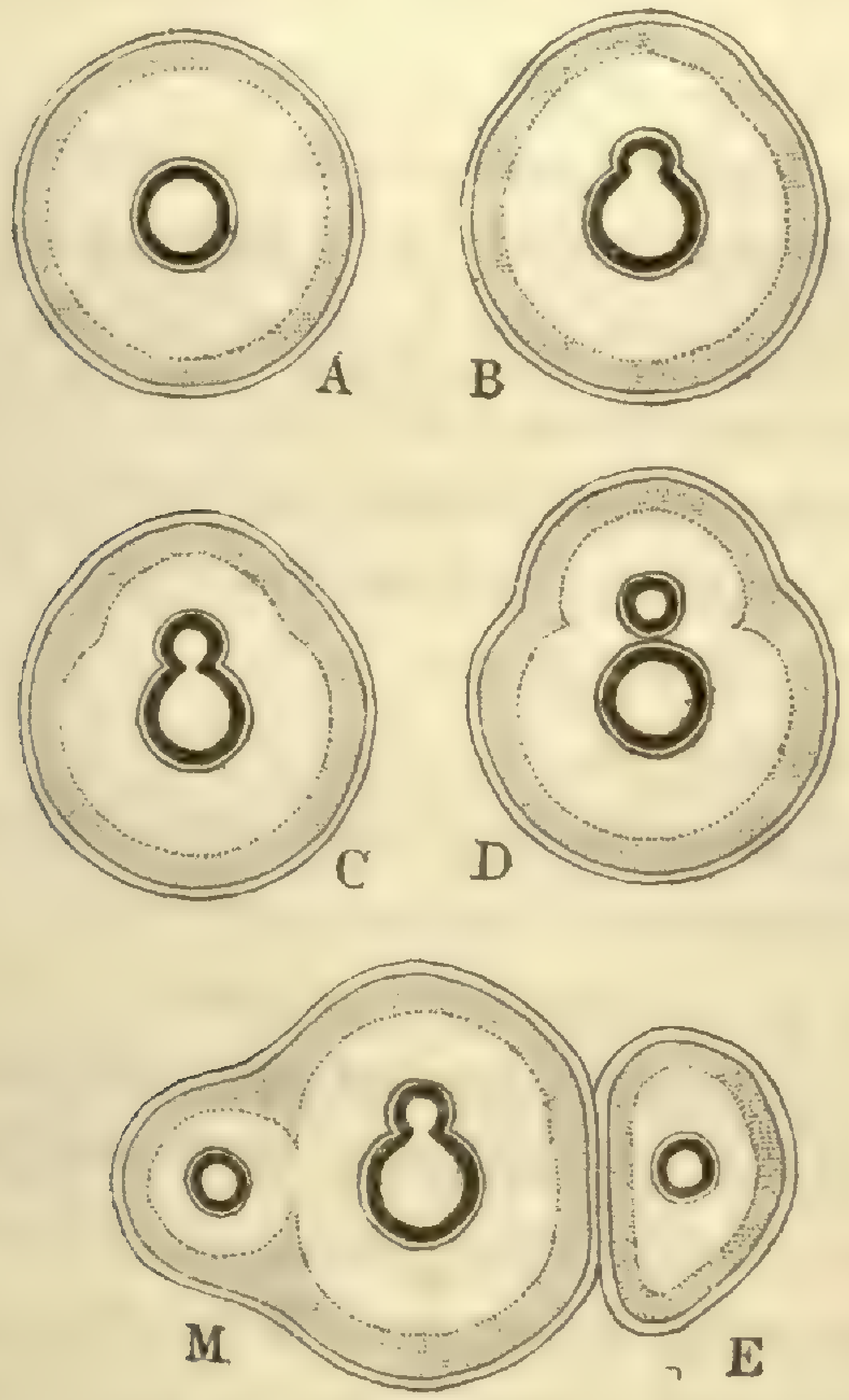


Fig. 34 à 38. — Coupes théoriques d'une tige ramifiée de *Catharinea dendroides*, montrant les traces anatomiques des rameaux. — A, coupe la moins rapprochée du sommet de la tige, ne montrant aucune modification : B, coupe plus rapprochée du sommet présentant un rameau en voie de formation ; en C, le cylindre central du rameau se distingue de celui de la tige ; en D il est complètement formé ; ME, coupe la plus rapprochée du sommet, où le stade D est accentué en M ; en E, le rameau a acquis une existence autonome.

plus rapprochées du sommet vont permettre d'observer tous les passages entre la tige et chacun des rameaux.

En effet, en un point donné de la tige, la coupe montre (fig. 35, B) que le cordon central cesse d'être cylindrique : la moelle a repoussé devant elle la zone péricyclique sur une assez grande étendue de manière à former un gros bourgeon par un processus assez analogue à celui qu'on a observé dans la forma-

tion des faisceaux foliaires. Mais il faut remarquer que dans le cas qui nous occupe ce n'est pas seulement la région périphérique de la moelle qui passe dans le bourgeon latéral : toutes les parties du cylindre central y sont représentées : la moelle interne y montre ses files de grandes cellules; la moelle périphérique et la zone péricyclique y conservent leurs caractères.

La coupe suivante (C, fig. 36) pratiquée un peu plus haut indique que le centre du bourgeon s'éloigne de plus en plus du centre de la tige, tandis que la base s'étrangle et que sa moelle ne communique plus avec celle de la tige que par un étroit canal.

La moelle périphérique et la zone péricyclique multiplient leurs éléments de manière à refermer le cylindre central de la tige et à entourer complètement le bourgeon. A ce moment (D, fig. 37) le cylindre central du bourgeon est, à la dimension près, l'image du cylindre central de la tige et ces deux cylindres figurent dans la coupe deux circonférences tangentes extérieurement. En même temps les tissus externes tendent, à leur tour, à concourir à l'autonomie du rameau : le contour de la tige offre deux dépressions de chaque côté du point de tangence et la zone hypodermique se prépare à passer entre les deux cylindres.

La figure 38, en ME, représente la section transversale d'une région plus élevée de la tige. On y découvre trois rameaux à divers états de développement. Le rameau M pourvu d'un cylindre central complet, entouré d'une écorce, d'un hypoderme et d'un épiderme sauf en regard de l'axe de la tige, est sur le point d'acquérir une existence indépendante. On voit, en effet, que la zone hypodermique dirige, entre le rameau et l'axe, deux traînées allant se rejoindre et tendant à séparer en deux parties le parenchyme de l'écorce jusqu'alors commun à la tige et au rameau.

Le rameau E que l'on observe à droite de la tige, et dont la formation a précédé celle du rameau M, présente maintenant une autonomie propre. Entre les deux zones hypodermiques qui entourent l'écorce du rameau et celle de la tige on observe deux couches épidermiques contiguës, l'une appartenant au rameau, l'autre à la tige.

Enfin, près de l'axe, un rameau plus jeune passe par le stade C et présentera dans la suite de son développement des différenciations semblables à celles que nous venons de décrire. Ainsi chaque tissu d'un rameau est en continuité avec le tissu correspondant de la tige. Son cylindre central quitte celui de l'axe principal entraînant autour de lui, comme autant de satellites, tous les faisceaux foliaires qui en dépendent. L'angle de divergence de ces traces foliaires est encore 3/8.

De l'étude précédente on peut donc tirer ces conclusions :

1° *Dans les Mousses dépourvues de cylindre central il n'existe pas de traces des rameaux.*

2° *Dans les Mousses pourvues d'un cylindre central on rencontre dans la tige des traces des rameaux.*

3° *La formation des rameaux débute par la différenciation du tissu médullaire et de la zone péricyclique.*

4° *A mesure que le rameau s'éloigne du cylindre central de l'axe principal, il s'entoure de tissu cortical, d'une zone hypodermique et d'un épiderme, et son cylindre central propre émet autour de lui un nombre indéterminé de faisceaux foliaires suivant une loi de divergence constante pour chaque espèce.*

§ IV. — Étude des feuilles aériennes.

L'organisation de la feuille des Mousses est des plus simples. Elle a été décrite depuis longtemps dans ses traits généraux par Schimper (1), et par MM. Lorentz (2) et Haberlandt (3) sans que toutefois ces auteurs aient suffisamment établi les relations qui existent entre les tissus de la feuille et ceux de la tige. Cependant, pour bien s'expliquer les mouvements de la feuille sous l'influence des variations de l'état hygrométrique de l'air, il convient de reprendre avec détails l'étude anatomique de cet organe. Mais comme l'étude des mouvements foliaires a été limitée au

(1) *Loc. cit.*
(2) *Loc. cit.*
(3) *Loc. cit.*

genre *Polytrichum*, je me contenterai de décrire la structure de la feuille seulement dans une seule espèce de ce genre, prise comme type.

La feuille se compose de trois parties : 1° la gaine, partie large et engainante qui reste toujours appliquée contre la couche épidermique de la tige ; 2° le limbe, partie aérienne d'abord large près de la gaine, puis de plus en plus étroite, faisant avec la tige un angle qui peut atteindre 90° ; 3° l'acumen ou partie terminale, presque exclusivement formée par un prolongement de la nervure et présentant des denticulations que l'on utilise fréquemment dans la classification.

Vue par transparence la gaine se montre à peine colorée, seule sa nervure médiane se distingue par une coloration brunâtre comme celle de l'écaille. Elle peut atteindre jusqu'à 2 millimètres de largeur ; quant à sa longueur elle varie suivant la région de la tige. Les coupes transversales de la tige montrent que la gaine est un prolongement de la couche épidermique.

Examinée en coupe transversale (Pl. 13, fig. 1), la gaine se présente de chaque côté de la nervure médiane, sous la forme d'une seule assise de cellules à section rectangulaire dont les parois externes sont très épaissies et dont les dimensions vont en décroissant à mesure que l'on se rapproche du bord du limbe. La dernière de ces cellules est petite et arrondie. Les cellules contiennent peu de chlorophylle et la gaine est toujours blanche, sauf dans la région de la nervure.

La même coupe transversale montre que la nervure comprend cinq tissus superposés de l'extérieur à l'intérieur, savoir : 1° un épiderme externe ; 2° une zone hypodermique externe ; 3° un faisceau contenant les éléments conducteurs ; 4° une zone hypodermique interne ; 5° une couche épidermique interne.

L'épiderme externe est formé d'une seule assise de cellules à lumière arrondie dont les parois extérieures sont très épaissies et laissent voir un commencement de cutinisation.

La zone hypodermique externe se compose de cellules à parois très épaisses et lignifiées dont la lumière est le plus souvent très

réduite, et peu différentes des cellules hypodermiques de la tige feuillée. Cette zone embrasse toute la largeur de la nervure, mais elle atteint son maximum d'épaisseur dans la région médiane, où elle comprend quatre ou cinq cellules pour se réduire à deux cellules, ou même à une seule sur les bords de la nervure. Elle représente sur la coupe un double coin enfoncé entre l'épiderme externe et le faisceau conducteur.

Le faisceau foliaire qui vient ensuite présente les mêmes éléments que les traces foliaires que nous avons rencontrées dans la tige feuillée, mais leur nombre commence à s'accroître. En effet, nous trouvons encore, comme dans la tige, deux rangées de grandes cellules plus ou moins rectangulaires, l'une adjacente à l'hypoderme externe, l'autre touchant l'hypoderme interne ; et la rangée médiane de petits éléments simulant des espaces intercellulaires est encore distincte. Souvent les cellules de l'hypoderme envahissent jusqu'à la rangée interne en séparant les cellules de la rangée externe.

La zone hypodermique interne est identique à l'hypoderme externe au point de vue de la structure, mais elle est beaucoup moins étendue et comporte une épaisseur de deux ou trois cellules seulement dans la région médiane. Elle forme un double coin s'enfonçant entre le faisceau conducteur et l'épiderme interne et elle est environ trois fois moins large que l'hypoderme externe. Cette différence de puissance des deux zones hypodermiques de la nervure est à remarquer, car elle est un des facteurs du mouvement des feuilles dans le passage de l'état de veille à l'état de sommeil, phénomène que j'étudierai dans un des chapitres suivants.

Enfin, la couche épidermique interne comprend des cellules plus larges que celles de l'épiderme externe. Les parois cellulaires sont moins épaissies et peu cutinisées. Les deux épidermes viennent se rejoindre sur le bord de la nervure et les deux dernières cellules épidermiques sont adjacentes à une même cellule de la région latérale de la gaine.

Faisons maintenant une coupe transversale dans le limbe de la feuille à égale distance de la gaine et de l'acumen. Cette nou-

velle coupe présente de grandes modifications si on la compare à la coupe de la gaine.

D'abord, l'épiderme extérieur est cutinisé de façon à former une cuticule continue qui s'étend d'un bord à l'autre du limbe (Pl. 13, fig. 2). D'autre part, la zone hypodermique externe a diminué sa puissance dans la région médiane de la nervure ; son épaisseur est devenue plus uniforme d'un bord à l'autre de la nervure et n'embrasse plus que deux à trois cellules. Ces cellules ont encore épaissi et subérifié leurs parois ; on peut observer les lignes d'epaississement, et la subérification se révèle d'abord par la couleur naturelle de ce tissu et ensuite par la coloration rouge qu'il prend au contact de la fuchsine ammoniacale.

Le faisceau foliaire revêt ici la forme caractéristique que ses traces ont présentée dans la tige, mais ses éléments sont plus nombreux : on compte jusqu'à seize cellules dans chaque rangée. D'autres cellules plus petites que celles de la rangée interne ou externe, mais conservant les mêmes caractères, se sont ajoutées au faisceau sur sa face interne et sur sa face externe en se substituant aux éléments hypodermiques de part et d'autre ; elles sont au nombre de sept ou huit environ sur chaque face du faisceau. Le faisceau a atteint son développement maximum et ses éléments diminuent peu à peu en nombre et en grandeur à mesure qu'on se rapproche de l'acumen.

La zone hypodermique interne est encore plus réduite que dans la gaine, sa largeur n'est plus que le quart de celle de l'hypoderme externe et son épaisseur n'embrasse plus que une ou deux cellules. Il est à peine besoin de dire que les cellules ont subi les mêmes modifications que les éléments de la zone hypodermique externe.

Enfin, les cellules de l'épiderme intérieur présentent une lumière large, des cloisons peu épaisses et contiennent beaucoup de chlorophylle.

On voit sans peine que l'épiderme interne a subi une autre modification importante. En effet dans la gaine l'épiderme intérieur allait rejoindre l'épiderme extérieur non loin de l'extrémité du faisceau foliaire ; dans le limbe il n'en est plus ainsi :

nervure présente, au moins dans la région moyenne du limbe, l'étendue deux fois plus considérable, et le faisceau ne porte à son extrémité au voisinage du point de contact des deux épidermes. Il en résulte que la distance du plan de symétrie de la feuille au point de contact des deux épidermes est sensiblement double de la distance du même plan au point de contact de l'épiderme interne avec l'extrémité du faisceau.

L'épiderme interne, après son contact avec l'épiderme externe, ne se confond plus avec lui, comme dans la gaine, pour former une surface foliaire d'une seule épaisseur de cellules, il se prolonge sous l'épiderme externe presque jusqu'à l'extrémité de celui-ci. Le limbe de la feuille est donc constitué en majeure partie par une double assise de cellules épidermiques. Dans cette région de la feuille la cutinisation de l'épiderme externe est plus intense et les deux assises épidermiques contiennent de la chlorophylle. L'épiderme externe forme à lui seul le reste du limbe ou région marginale ; cette région, d'une seule épaisseur de cellules, contient aussi des grains de chlorophylle.

Un organe nouveau apparaît sur la face interne de la feuille. La coupe transversale à travers la région moyenne de la feuille montre en effet, implanté sur chaque cellule de l'épiderme interne, une sorte de bâtonnet dont la direction est perpendiculaire au plan de cette surface épidermique. Ces bâtonnets sont formés par la succession d'un certain nombre de cellules sensiblement rectangulaires dont le nombre peut varier de cinq dans la région de la nervure à quatre et à trois dans le limbe. Ils n'existent pas dans la région marginale que forme le prolongement de l'épiderme externe. Toutes les cellules qui composent le bâtonnet sont gorgées de chlorophylle en si grande abondance que la coupe d'une feuille fraîche est toujours assombrie dans cette région, si mince qu'elle soit.

En réalité chaque bâtonnet n'est autre chose que la section transversale d'une *lame chlorophyllienne*, sorte de foliole implantée sur la feuille dans le sens de sa longueur et perpendiculairement à sa surface.

Quel est le rôle des lames chlorophylliennes? La réponse à

cette question ne peut être faite avec certitude si l'on ne sort pas du domaine de l'anatomie. On peut dire seulement par analogie que ces lames sont comparables, par l'abondance de leur contenu chlorophyllien, au parenchyme palissadique de la feuille des phanérogames, et que par suite elles doivent constituer l'organe assimilateur des Muscinées. Cette dernière hypothèse est confirmée par l'expérience. Dans un des chapitres suivants, j'espère avoir démontré que quand la feuille se ferme et soustrait elle-même ses lames chlorophylliennes à la lumière, l'intensité de l'assimilation est considérablement diminuée, et, pour ainsi dire, presque nulle. Cette démontration une fois faite, le rôle assimilateur des lames chlorophylliennes sera établi.

Les coupes transversales sont peu instructives sur les éléments de chaque tissu ; elles le sont davantage touchant les rapports des tissus entre eux. Les coupes longitudinales donnent plus de renseignements sur les rapports mutuels des éléments d'un même tissu ; mais elles sont plus difficiles à réussir et ce n'est qu'après un grand nombre d'essais infructueux que j'ai pu obtenir la coupe reproduite par la figure 4, pl. 13. Cette coupe est parallèle au plan de symétrie de la feuille. On y voit que les cellules de l'épiderme externe sont allongées et rectangulaires et, si l'on se rappelle la section transversale, on conclut que les cellules épidermiques ont la forme de prismes sensiblement quadrangulaires et allongés. L'épiderme interne ne diffère du précédent que par l'allongement un peu plus grand des cellules et aussi, comme je l'ai dit déjà, par la grande quantité de chlorophylle qu'elles contiennent.

Les deux lanières de tissu hypodermique sont composées de cellules fusiformes et très allongées, dont les parois sont considérablement épaissies. Elles se montrent presque identiques à la zone hypodermique de la tige, dont elles ne sont du reste qu'un prolongement.

Entre ces deux lanières on aperçoit clairement deux grands éléments du faisceau ; l'un appartenant à la rangée externe observée sur la coupe transversale, l'autre faisant partie de la rangée interne. Ces cellules présentent une forme allongée ; elles

sont un peu élargies aux deux extrémités et rappellent assez bien la forme d'un tibia. Les cloisons périphériques sont épaissies, mais la cloison commune à deux cellules consécutives est restée mince, et on distingue dans la cavité cellulaire une traînée protoplasmique médiane s'élargissant au contact de la cloison commune.

Enfin la figure 4, pl. 13, montre à la suite de l'épiderme interne une lame chlorophyllienne, formant un tissu continu composé de cellules irrégulièrement polygonales, dont les parois sont restées cellulosiques. C'est cette lame chlorophyllienne, qui, dans la coupe transversale, se présente sous la forme d'un petit bâtonnet à 3, 4 ou 5 cellules bourrées de chrorophylle. Le bord supérieur de cette lame est droit, sans sinuosités, et il reste à peu près parallèle à l'épiderme interne sur toute l'étendue de la feuille. Le nombre de lames, qui dépasse soixante dans la partie la plus large du limbe, diminue à mesure que l'on se rapproche de la pointe, en même temps que l'épiderme interne réduit son étendue.

Faisons maintenant une coupe transversale à la base de l'acumen. Le limbe a disparu et n'a laissé comme traces de chaque côté de la nervure qu'une rangée latérale de cellules épidermiques externes, suite des traînées marginales. Les deux lanières hypodermiques sont maintenant confondues en une seule au milieu de laquelle on aperçoit les éléments du faisceau éparpillés sans symétrie, mais toujours plus rapprochés de la couche épidermique interne que de la face extérieure; leur nombre est au reste considérablement réduit. Les deux épidermes ont conservé leurs caractères. Enfin les lames chlorophylliennes diminuent en nombre et en importance ainsi qu'on peut le constater dans la coupe transversale (fig. 3, pl. 13) qui n'en montre qu'une dizaine environ; mais elles persistent sur toute l'étendue de l'acumen.

Cette étude nous permet d'établir les conclusions suivantes:

1° *L'épiderme externe s'étend sur toute la surface du limbe, tandis que l'épiderme interne s'arrête à quelque distance du bord,*

la région marginale étant constituée par une seule épaisseur de cellules.

2° *L'hypoderme externe occupe de chaque côté du plan médian de la feuille une étendue égale aux 2/3 environ de la largeur du limbe ; au contraire l'hypoderme interne n'occupe guère, de part et d'autre du plan médian, qu'une étendue égale au quart environ de la largeur du limbe ;*

3° *Les lames chlorophylliennes, parallèles au plan de symétrie et disposées perpendiculairement à la surface du limbe, embrassent toute l'étendue de l'épiderme interne.*

Cette inégale répartition des tissus est importante à noter parce qu'elle va nous donner plus tard les raisons anatomiques du mouvement des feuilles.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1889 ET 1890 (*Fin*).

Péronosporées (*Supplément*). — L'étude de la structure des Péronosporées ...permis à M. Mangin (1) de découvrir un certain nombre de faits impor... Cette membrane est composée de cellulose et de callose: on le dé...ntre en enlevant la cellulose par le dissolvant de Schweizer, la mem... se colore alors avec intensité par le bleu d'aniline; la callose peut ... enlevée seule par le mélange chloré d'Hofmeister et macération dans la ...asse caustique, la paroi des filaments se colore alors nettement par ...ide phosphorique iodé. Ce mélange de callose et de cellulose ne s'ob...rve que dans le mycélium, les filaments conidifères aériens sont unique...ment cellulosiques.

L'emploi des réactifs de la callose et de la cellulose a permis à l'auteur ... découvrir les oospores dans plusieurs espèces (*P. alta*, *sordida*) où elles ...avaient pas été signalées; les oospores du *Bremia Lactucæ* n'avaient été ...tes jusqu'ici que dans le Seneçon, elles ont été observées par M. Man... dans les Laitues. Cette découverte offre un certain intérêt pratique, car ... ne s'expliquait pas jusqu'ici, en l'absence d'oospores, la transmission de ... maladie du Meunier d'une saison à l'autre. C'est sur les vieilles feuilles ...ées que l'on trouve ces oospores, on ne saurait donc trop conseiller l'ar...chage complet de toutes les plantes contaminées.

Les réactifs de la membrane des Péronosporées ont également permis ... découverte de suçoirs très fins qui avaient passé jusqu'ici inaperçus, par ...emple, dans le *Phytophthora infestans*. Ils peuvent être sphériques (*Plas...para viticola*, etc.), claviformes (*Bremia Lactucæ*), filiformes simples (*Phytophtora infestans*, etc.), ramifiés claviformes (*P. parasitica*), ramifiés ...ormes (*P. calotheca*, etc.).

En faisant cette étude, l'auteur a été amené à reviser la liste des espèces ...servées aux environs de Paris; parmi les espèces non encore signalées ...diquons : *Plasmopara viticola* et *Epilobii*, *Peronospora Schachtii*, *crispula*, ...*dula*, *Lamii*, *Scleranthi*, *pulveracea*.

MALADIES PARASITAIRES.

I. — *La Vigne* a été pendant ces deux dernières années l'objet de nouvelles

(1) Mangin : *Sur la structure des Péronosporées* (Comptes rendus de l'Acad. des ... 1890, p. 923). — *Liste des Péronosporées recueillies aux environs de Paris en* 1890 (Bull. de la Soc. bot. de Fr., 1890, p. 280).

recherches. Plusieurs parasites ont été découverts ou mieux étudiés. Nous signalerons parmi eux l'*Uredo Vialæ* décrit par M. DE LAGERHEIM (1) et trouvé en Amérique avec l'*Uredo Cissi*, le *Bitter Rot* observé en Italie par M. BERLESE (2); ce dernier est produit par le *Greeneria fuliginea* bien distinct du Rot blanc; on le rattache aux Mélanconiées et il a pu même être joint au genre *Melanconium* (3). Enfin MM. PRILLIEUX et DELACROIX (4) ont trouvé de leur côté sur les vignes du Bordelais deux champignons nouveaux : le *Robillarda Vitis* et le *Pestalozzia uvicola*.

Les traitements employés pour combattre le Mildew et le Black-rot ont été perfectionnés. On ne saurait trop conseiller à ceux qui cherchent des renseignements sur cette question la lecture de la petite notice de M. MILLARDET (5); ce livre destiné aux viticulteurs renferme sous une forme condensée les résultats de longues recherches. La bouillie bordelaise employée en 1887 contenait quatre fois plus de cuivre et vingt-quatre fois plus de chaux que celle que recommande l'auteur en s'appuyant sur ses nouvelles expériences (pour 100 litres d'eau, 1^{kil},500 de sulfate de cuivre et 500 grammes de chaux grasse en pierre). La même méthode est efficace contre le Black-rot, mais il est bon alors de mettre 3 kilogrammes de sulfate de cuivre et de faire quatre ou cinq applications du liquide. Beaucoup d'agriculteurs préfèrent les substances pulvérulentes, comme étant d'un emploi plus commode, M. Millardet a cherché une substance pouvant sous cette forme donner de bons résultats; le sulfostéatite cuprique (30 ou 40 kilogrammes à l'hectare) remplit pleinement les conditions demandées; en le prenant soufré, on peut même arriver à combattre simultanément le Mildew et l'Oïdium. L'Anthracose peut être combattu par un premier badigeonnage fait pendant l'hiver avec un mélange de sulfate de fer et de sulfate de cuivre (10 kilogrammes pour 100 litres d'eau); le deuxième badigeonnage doit se faire en avril avec la bouillie bordelaise (6 kilogrammes de sulfate de cuivre, 12 kilogrammes de chaux, 100 litres d'eau).

L'efficacité du traitement du Black-rot par la bouillie bordelaise indiquée précédemment par M. PRILLIEUX (6) et constatée également par M. Millardet, comme on vient de le voir, a été contrôlée par des expériences faites en grand dans le Lot-et-Garonne et dans l'Aveyron; dans toutes les régions

(1) De Lagerheim : *Un nouveau parasite dangereux de la Vigne* (Rev. générale de Bot. 1890, n° 21).

(2) Berlese : *Nuovo Giorn. bot. ital.*, t. XX, p. 441.

(3) Cavara : *Sul Fungo che é causa del Bitter Rot degli Americani* (Istituto botanico della R. Universita de Pavia).

(4) Prillieux et Delacroix : *Note sur quelques champignons parasites nouveaux ou peu connus* (Bull. de la Soc. myc. de France 1889, t. V, p. 125, une planche).

(5) Millardet : *Instruction pratique pour le traitement du Mildiou, du Rot et de l'Anthracose de la Vigne*, suivie d'une notice sur le traitement de la Maladie de la Tomate et de la Pomme de terre, 1889, 48 pages.

Voir également De l'Ecluse : *Le traitement du Black-rot* (Comptes rendus de l'Acad. des sc. 1890, t. III, p. 284).

(6) Prillieux : *Note sur le Black-rot* (Bull. de la Soc. Myc. 1889, p. 127; voir aussi la revue de 1889.)

Consulter également sur la Vigne, Jules Bel : ***Les maladies de la Vigne et les meilleurs cépages français et américains***, **1 vol.**

mal n'a pas été combattu, la récolte a été détruite, partout où le traitement a été appliqué elle a été sauvée.

– Les *arbres fruitiers* ont aussi de nombreux ennemis qui commencent à être bien étudiés. M. Cavara (1) a examiné quatre espèces qui se rencontrent surtout sur les Cerisiers et les Poiriers (2); le soufrage, dont il a constaté le bon effet au jardin d'expérience de Pavie, pourra permettre de les détruire s'ils viennent à s'étendre.

M. de Thümen (3) a fait un dénombrement plus étendu des Champignons ... l'Abricotier, il a pu relever vingt-sept espèces attaquant les feuilles, les branches, la tige et les fruits.

La recherche des causes de la maladie appelée le jaune des Pêchers qui ... dans un grand nombre de provinces des États-Unis a conduit M. Smith (4) à faire un recensement analogue pour cet arbre; il n'a pas pu malheureusement jusqu'ici préciser la cause de la maladie spéciale qu'il ... étudier; peut-être est-elle due à un parasite qui dessèche les petites radicelles en laissant intactes les grosses.

On doit à M. Sorauer (5) la découverte d'un Meunier des Pommiers produit par une Périsporiacée qui n'avait pas encore été observée sur cet arbre, *Sphærotheca Castagnei;* il couvre les feuilles et les rameaux de conidies et ... leur croissance, les périthèces se montrent sur les pousses atrophiées sur le pétiole des plus jeunes feuilles. Ces appareils ascosporés n'ont pas encore été observés sur les Poiriers.

Nous avons signalé dans une revue précédente les premiers résultats de la méthode préconisée par M. Franck (6) pour combattre la maladie des Cerisiers de l'Altenland. Les constatations nouvelles qui ont été faites en 1889 sont plus probantes encore, le *Gnomonia* disparaîtra bientôt grâce à l'application de mesures policières rigoureusement exécutées.

– Parmi les *arbres à aiguilles*, l'*Abies pectinata* a présenté ces dernières années une maladie qui a été successivement étudiée en Allemagne et en France. La découverte du champignon qui produit cette affection est due à M. Hartig (7) qui l'a décrit d'une manière très brève sous le nom de ... *abietina*. Un exposé plus détaillé des caractères extérieurs de la maladie était nécessaire pour la faire connaître facilement, c'est à M. Mer (8)

(1) Cavara : *Contributo alla conoscenza dei Fungi Pomicoli.* (Agricoltura ital. 1890.)

(2) *Septoria effusa* feuilles du Cerisier, *Monilia cinerea* sur fruits et jeunes rameaux, *Cladosporium condylonema* esp. nouv. et *Didymaria prunicola* au printemps sur les feuilles des Poiriers.

(3) Von Thümen : *Die Pilze des Aprikosenbaumes.* (Aus den Laboratorien des KK. chemisch-physiologischen Versuchstation für Wein und Obstbau gu Klosterneuburg.)

(4) Smith : *Peach Yellow.* (A preliminary Report. Washington 254 p., in-8, 12 cartes, ... Il signale Taphrina deformans, Sphærotheca pannosa, Puccinia Pruni, Oidium fructigenum, Cladosporium caryophylleum et Cercospora Persicæ.

(5) Sorauer : *Pathogische Notizen* I. *Der Mehlthau der Apfelbäume.* (Hedwigia, ...)

(6) Frank : *Das diesjährige Ergebniss der Bekämfung der Kirschbaum Seuche in ...* Gartenflora, 1889.)

(7) Hartig : *Eine Krankheit der Weisstanne.* (Sitzungsb. des bot. Vereins in München, ... 1888, Bot. Centralblat, t. 37, p. 39.)

(8) Mer : *Description d'une maladie nouvelle des rameaux du Sapin.* (Bull. de la ... 14 fév. 1890, p. 38.)

que l'on doit cette étude ; il a montré comment le mycélium s'installe dans l'écorce sur une étendue restreinte limitée par deux bourrelets entre lesquels les feuilles tombent. C'est sur cette partie bien délimitée qu'apparaissent les fructifications dont la nature a été précisée par MM. PRILLIEUX et DELACROIX (1). Ce serait d'après eux une espèce nouvelle, le *Fusicoccum abietinum*. A côté de ce dernier, localisé sur la branche, on rencontre sur les feuilles supérieures du rameau desséché deux autres Champignons, le *Physalospora abietina* (qui forme ses périthèces dans les cavités multiples du *Cytospora Pinastri*) et le *Cenangella Picæ ;* ils paraissent être saprophytes, car ils se montrent dès que la branche est cassée ou morte; il serait cependant utile de reproduire artificiellement la maladie pour élucider ce point.

Un autre cas de pathologie végétale signalé par M. HARTIG (2) sur le Pin et l'Epicea s'est manifesté aux environs d'Aschaffenburg. Le parasite, qui n'a pas été déterminé, produit des conidies rappelant celles des *Nectria*; il attaque l'écorce qui n'est pas encore protégée par une couche de liège et pénètre probablement par les stomates.

Enfin M. RAIMANN (3) a constaté la grande diffusion de l'*Herpotrichia nigra* (dont nous avons parlé dans notre précédent compte rendu), dans le Tyrol, le Tatra, etc.

IV. — Les *arbres à feuilles caduques* subissent comme les arbres à feuilles persistantes les attaques des Champignons. Les Châtaigniers, en particulier, quand ils sont envahis par le *Phyllosticta maculæformis* dépérissent, perdent leur feuillage en septembre au lieu de se dénuder en décembre, les fruits avortent et la récolte est nulle. Il résulte de cette invasion de grandes pertes pour certains départements tels que l'Aveyron, le Var, la Dordogne, la Haute-Vienne. On a conseillé de brûler les feuilles, mais la démonstration de l'efficacité de cette méthode n'a pas été donnée jusqu'ici (4).

M. VUILLEMIN (5) a porté ses recherches sur une Sphériacée qui se développe sur le Peuplier pyramidal, le *Didymosphæria populina ;* elle se montre d'abord sur les branches du bas de la tige, puis se propage progressivement en hauteur, bientôt la cime se dessèche. Les pycnides apparaissent d'abord en mai (*Phoma salicina ?*), plus tard en juillet se différencient des périthèces avec ascospores qui passent l'hiver sur les branches desséchées et projettent leurs spores en mars. MM. PRILLIEUX et DELACROIX (6) ont complété cette

(1) Prilleux et Delacroix : *Note sur le Dothiorella pitya Sacc.* (Bull. de la Soc. mycol. de France, 13 fév. 1890, t. VI, p. 98.) *Sur deux parasites du Sapin pectiné : Fusicoccum abietinum Prillieux et Delacroix et Cytospora Pinastri* (Bull. de la Soc. Myc. de Fr. t. VI, p. 175). *Note sur une nouvelle espèce de Physalospora* (Id., t. VI, p. 113.

(2) Hartig : *Mittheilung einer Untersuchungen pflanzen pathologischer Natur, die er im Laufe des Sommers ausgeführt hatte.* (Sitgb. des bot. Vereins in Müchen 1889, 11 novembre, Bot. centralbl. t. 40, p. 310.)

(3) Raimann : *Eine Anzahl von Pilzen, die auf unseren Nadelhölzern leben, unbesondere Herpotrichia nigra Hartig.* (K. K. Zoolog. bot. Gesells. in Wien, 17 janv. 1890, Bot. centralbl. t. 43, p. 12.)

(4) Roumeguère : *La maladie des Châtaigniers.* (Rev. mycologique, 1889, p. 34.)

(5) Vuillemin : *La maladie du Peuplier pyramidal.* (Comptes rendus de l'Acad. des sc., 1889, t. 108, p. 232.)

(6) Prillieux et Delacroix : *Etat conidial du Didymosphæria populina.* (Bull. de la Soc. mycol. t. V, 1889, p. 125.)

étude en montrant que le *Fusicladium* (*Napicladium*) *Tremulæ* est une forme conidienne de la précédente Sphériacée. Les expériences de M. Vuillemin ont établi que les solutions cupriques ou les sulfostéatites supprimaient la maladie, mais un élagage des branches inférieures peut suffire pour enrayer le mal à moins de frais.

Le mycélium des parasites n'est pas seul nuisible; très souvent dans les arbres abattus le mycélium des saprophytes se propage et on voit se former sur les poteaux télégraphiques, sur les traverses des rails de chemin de fer, etc., des fructifications qui indiquent la continuation lente de l'évolution du champignon caché. Son travail non apparent qui amène la destruction du bois a une grande importance au point de vue pratique. On conçoit donc l'utilité de l'étude des champignons qui végètent ainsi dans les différents bois (Chêne, Châtaignier, etc.). C'est ce que M. Dudley (1) a fait avec beaucoup de détails. Il n'a indiqué qu'un remède indirect à ce mal : une dessiccation lente et aussi complète que possible du bois; des antiseptiques produiraient probablement des résultats plus certains.

V. — Avant d'aborder l'étude des Graminées, signalons quelques maladies de *diverses plantes de cultures*. M. Prillieux (2) a observé à Mondoubleau de grands dégâts dans les cultures de Betteraves qui présentaient des caractères permettant de reconnaître l'affection qui a été appelée la maladie du cœur des Betteraves et qui a été attribuée au *Sporidesmium putrefaciens*; les jeunes feuilles du cœur meurent et se dessèchent en se couvrant non pas de *Sporidesmium*, mais d'*Alternaria*, *Cladosporium* et *Macrosporium* que l'auteur paraît disposé à rapprocher du *Pleospora* comme Tulasne. Ces moisissures ne seraient en réalité que des produits secondaires de la maladie, la cause véritable serait le *Phyllosticta tabifica*, espèce nouvelle qui avait échappé jusqu'ici aux observateurs et qui se développe sur les grandes feuilles; l'existence du parasite se trahit à l'extérieur par un abaissement des feuilles comme si elles étaient fanées. Cette affection peut être suivie de la mort de la plante, en général cependant le cœur des feuilles meurt seul.

Les choux moelliers de la Vendée sont de leur côté atteints par un *Phoma Brassicæ* (3), la tige se couvre de taches de plus en plus nombreuses à mesure que l'on se rapproche de la racine. La plante dépérit rapidement et les feuilles jaunissent. En brûlant les pieds contaminés il paraît infiniment probable que la maladie s'arrêtera dans son extension.

Mentionnons enfin en terminant ce paragraphe l'étude d'une maladie des Œillets due à l'*Heterosporium echinulatum* par M. Magnus (4) et la monographie de M. Berlese (5) des Champignons parasites du Mûrier. Cette belle

(1) Dudley : *Fungi destructive to wood*. (Annual report of the Trustees of the State Museum of Natur. history. New-York, 1888.)

(2) Prillieux : *La pourriture du cœur de Betterave*. (Comptes rendus de l'Acad. des sc. 1890, t. 111, p. 614.)

(3) Prillieux et Delacroix : *Note sur le Phorna Brassicæ*. (Bull. de la Soç. myc. 1890, t. VI, p. 113.)

(4) Magnus : *Eine epidemische Erkrankung der Gartennelken*. (Silzb. den Gesells. naturf. Freunde zu Berlin 1888, p. 181.)

(5) Berlese : *Fungi moricolæ* V et VI.

iconographie publiée avec l'appui du gouvernement italien comprend déjà six livraisons de dix planches; de nombreuses espèces nouvelles figurent dans ce travail.

VI. — Une maladie des *Graminées* connue jusqu'ici seulement des agriculteurs a été déterminée spécifiquement par MM. Prillieux et Delacroix (1) : elle est désignée aux environs de Paris sous le nom de Mal du Pied de blé ou Piétin; l'entre-nœud inférieur noircit et meurt, la tige se dessèche, le grain reste chétif ou avorte. Les cellules des plaques brunes de la tige sont remplies d'un mycélium qui apparaît aussi à l'extérieur mais sans fructification. En isolant ces pieds attaqués, en les maintenant humides, on voit se former au mois de janvier des fructifications qui sont celles de l'*Ophiobolus graminis Sacc.*

Les fructifications se montrent donc ici seulement pendant la vie saprophytique; ce résultat nous fait entrevoir l'utilité des listes des hôtes des plantes de culture. Deux pareilles listes ont été publiées par M. de Thümen (2) pour le Riz, et par M. Trabut (3) pour l'Halfa.

A côté de ces maladies dues à des Champignons, nous devons signaler quelques affections produites par des Bactéries. M. Burril (4) en observe une depuis 1881 qui se manifeste sur le Blé; les pieds deviennent grêles, jaunissent, puis se couvrent de taches noires. La brûlure du Sorgho est due à une cause analogue; signalée la première fois par M. Comes (5), elle a été observée en Amérique par MM. Kellermann et Swingle (6), elle se manifeste par des taches qui prédominent sur les gaines au niveau de la ligule; c'est au *Bacillus Sorghi* qu'est due cette déformation.

VII. — Mais les *Bactéries* ne limitent pas leurs ravages à la famille des Graminées (7). On a signalé en 1890 dans la Marne, Mayenne, Haute-Loire, Haute-Saône la présence, sur les tiges de Pomme de terre altérées vers le bas, d'un Bacille appelé par MM. Prilleux et Delacroix (8) *B. caulivorus*. Cet organisme est bien la cause de la maladie, car ensemencé sur des tiges saines, il reproduit les mêmes symptômes. Il paraît différer du *Bacillus Hyacinthi* étudié par MM. Wakker et Heinz (9).

(1) Prillieux et Delacroix : *La maladie du pied de blé causée par l'Ophiobolus Graminis*. (Bull. de la Soc. myc. 1890, t. VI, p. 110.)

(2) Von Thümen : *Die Pilze der Reispflanze*. Trois espèces sont nouvelles, Metasphæria albescens, Leptosphæria Catanei, Phoma necator.

(3) Trabut : *Etude sur l'Halfa*. Alger 1889. Espèces nouvelles : Leptosphæria stipæ, Sphærella chlorina, Macrophoma Macrochloæ, Septoria Stipæ, Hendersonia Macrochloæ, Stigmella Stipæ, Helmenthosporium Stipæ.

(4) Burril : *A bacterial disease of Corn*. (University of Illinois Agricultural Exp. Stat. 1889.)

(5) Comes : *Una revendicazione di priorita sulla malatia del Sorgho Saccarino*. 1889.

(6) Kellermann and Swingle : *Status of the Sorghum Blight*. (Journ. of mycology, nº IV, 1889.)

(7) Vuillemin : *Les maladies bactériennes*. (Revue générale des sc. pures et appliquées, 1890.)

(8) Prillieux et Delacroix : *La gangrène de la tige de la Pomme de terre. Maladie bacillaire*. (Comptes rendus de l'Acad. des sc. 1890, t. 111, p. 208.) Voir aussi Bolley : *Potato scab, a bacterial disease*. (Bot. Gazette XV.)

(9) Wakker : Archives Néerlandaises, t. XXIII. Voir également Heinz : *Zur Kenn-*

C'est également à des Bactéries que l'on doit attribuer les tumeurs qui apparaissent à la surface des tiges de l'Olivier et du Pin d'Alep. Leur histoire a été retracée dans cette revue il y a deux ans par M. Prillieux (1), je rappelle seulement à ce propos que d'après M. Vuillemin (2) l'inoculation serait due à une piqûre d'insecte; la présence du Bacille amènerait une déformation de l'assise génératrice libéro-ligneuse, le bois deviendrait irrégulier et des colonies de Bacilles se retrouveraient à l'intérieur de canaux ramifiés. M. Prillieux a observé de jeunes tumeurs à la surface desquelles il n'y a pas trace de perforation, ce serait probablement par les lenticelles ou les stomates que pénétreraient les Bacilles.

VIII. — En dehors des Champignons et des Bactéries, les végétaux sont fréquemment l'objet des attaques de certains *animaux* plus ou moins élevés en organisation. Les Anguillules en particulier produisent souvent de grands ravages. M. Ritzema Bos (3), qui a étudié avec soin les moyens de les détruire proposés par M. Kuhn, préfère le Seigle au Sarrazin comme plante piège pour l'Anguillule du Seigle, car bien que les diverses Anguillules du Seigle, de l'Ail, de la Jacinthe, etc., appartiennent à une même espèce, d'après les recherches de l'auteur, les diverses races sont adaptées depuis un certain nombre de générations à un certain hôte normal. On sème le Seigle en automne et on le détruit au printemps avec toutes les Anguillules qu'il contient, on sème ensuite un Seigle d'été sur le sol désinfecté et on peut avoir une bonne récolte. D'une manière générale les labours profonds sont utiles, car les Anguillules vivent à la surface du sol, elles meurent si elles se trouvent un peu profondément enterrées.

Ces Anguillules attaquent non seulement le Seigle mais le Blé (Nielle du Blé), les Jacinthes, Luzernes, etc. M. Kuhn (4) a signalé une nouvelle maladie vermiculaire des Pommes de terre due au *Tylencus devastatrix;* les taches brunes des tubercules sont peu profondes, elles confluent entre elles et au milieu du tissu bruni avec des cavités se trouve l'espèce précédente à tous les stades du développement. M. Beijerinck (5) a observé une maladie semblable des *Gardenia* due à un *Heterodera* qui se développe sur les racines.

IX. — On voit par la révision que nous venons de faire combien sont nombreux les faits nouveaux à glaner dans le champ de la pathologie végétale. Les livres d'ensemble sont précieux pour les chercheurs; la seconde

tus der Rotzkankheiten der Pflanzen. (Centralbl. f. Bacteriologie und Parasitur kunde 1889, p. 535.)

(1) Prillieux : *Les tumeurs à bacilles des branches de l'Olivier et du Pin d'Alep.* (Rev. générale de Botanique 1889, nº 6.)

(2) Vuillemin : *Sur une bactério-acidie ou tumeur du Pin d'Alep.* (Comptes rendus de l'Acad. des sc. t. 107, p. 874.) *Sur les relations du Bacille du Pin d'Alep avec les tissus vivants.* (Id. p. 1184.)

(3) Ritzema Bos : *Zur Bekampfung der Stockkrankheit des Roggens.* (Die Landwirtschafliche Versuchs stationen XXXIV, p. 118.) *L'anguillule de la tige.* (Archives de Tyler, 2e série, t. III, 2e partie.)

(4) Kuhn : *Die Wurmfaule, eine neue Erkrankungs form der Kartoffel.* (Deutsche landwathschafliche Presse Berlin 1888.)

(5) Beijerinck : *Maladies des racines de Gardenia.* (Gardner's chronicle 1887.)

édition du livre des *Maladies des Arbres* de HARTIG (1), en particulier, est un livre déjà classique que l'on ne saurait trop consulter. M. KIRCHNER (2) a publié un petit ouvrage plus élémentaire où l'on peut trouver très rapidement des renseignements sommaires sur les principales maladies des plantes de culture de l'Europe centrale et septentrionale : leur diagnose par les caractères extérieurs, les parasites qui les produisent et les remèdes plus ou moins efficaces qui les font disparaître.

Une collection contenant des échantillons des parasites des plantes cultivées peut être un complément d'une utilité très grande, on ne saurait donc trop recommander celle que publient MM. BRIOSI et CAVARA (3) ; cinq fascicules ont déjà paru qui contiennent non seulement des échantillons convenables, mais des dessins détaillés de la plante attaquée et du parasite avec une description en italien et l'indication du remède de la maladie. Souhaitons à ce travail bien fait le succès qu'il mérite.

A côté de ces travaux d'ensemble nous devons placer quelques études étendues sur les maladies observées pendant ces dernières années en divers pays. A ce point de vue, les ouvrages de M. ROSTRUP (4), sur les maladies observées dans les forêts de Danemark, sont des plus complets, ils sont le résumé de six années d'observation. Nous relevons les recherches sur le *Trametes radiciperda, Peziza calycina, Lophodermium Abietis, Nectria ditissima, cucurbitula, Rosellinia quercina, Cryptospora suffusea*, etc.

Les Américains, gens pratiques, encouragent beaucoup ces études qui touchent à la fois à la science pure et à ses applications. De nombreuses stations d'expériences ont été fondées depuis quelques années et les rapports des Mycologues ont pour nous un grand intérêt. Celui de M. GALLOWAY (5), pour l'année 1888, offre une particulière importance et est accompagné de dix-neuf planches. Nous y relevons l'histoire du Black-rot des Tomates (*Macrosporium Solani*), du Brown-rot des Cerisiers (*Monilia fructigena*), du Cracking de la poire (*Entomosporium maculatum*), d'un nouveau parasite de la Vigne (*Septosporium heterosporum*) observé sur des feuilles vivantes en Californie, etc.

Le travail analogue de M. THAXTER (6), dont nous avons déjà eu l'occasion d'apprécier les travaux, mentionne l' « onion smut » dû à l'*Urocystis cepulæ;* les jeunes plantes sont seules attaquées, l'infection a lieu par les

(1) Hartig : *Lehrbuch der Baumkrankheiten*. Berlin. Springer. 137 figures dans le texte.

(2) Kirchner : *Die Krankeilen und Beschä digungen unserer Lanwerthschaftlichen Kulturpflanzen*. Eine Anheitung zu ihrer Erkennung und Bekämpfung, in-8, Stuttgart. 1890.

(3) Briosi et Cavara : *I. Funghi parassati delle piante coltivate od utili essiccati delineati et descritti*. Pavie.

(4) Rostrup : *Undersogelser over Snyltesvampes Angreb paa Skovtraer 1883-1888* (Tidsskrit for Skovbrug XII. Copenhague p. 175-238, 11 planches.) *Afbildning og Beskrivelse af de farligste Snyltesvampe i Danemark*, 1889, Copenhague. 8 planches coloriées.

(5) Galloway : *Report of the chief of the section of vegetable pathology for the year* 1888. Washington 1889.

(6) Thaxter : *Report of the Mycologist*. (Annual report of the Connecticut agricultural experiment station for 1889, p. 127-177, pl. I-III. New-Haven 1890.)

spores dans la terre où elles peuvent se conserver souvent un temps très long, cinq ans, peut-être vingt. Le soufrage donne de bons résultats contre cette Ustilaginée. Signalons encore dans ce travail l'*Urocystis Hypoxis*, *Macrosporium Porri*, etc.

X. — On peut remarquer dans la plupart des travaux dont nous avons eu l'occasion de parler la préoccupation presque exclusive de deux questions qui sont en effet primordiales : la cause du mal et le remède. On aurait tort cependant de négliger des questions qui paraissent actuellement accessoires. La spéculation pure conduit souvent à des résultats que des recherches uniquement pratiques ne font point prévoir. A ce point de vue les travaux de M. Zopf et de M. Kissling sont intéressants.

M. Zopf (1) a étudié les modifications qui se produisent dans l'hôte et dans le parasite après la pénétration de ce dernier. Il a vu en particulier comment un *Arthrobotrys* attaque une Anguillule, l'entoure de filaments en forme d'anses, pénètre dans son corps, détruit tous ses organes et amène une dégénérescence graisseusse qui précède la mort. C'est à l'intérieur de ces *Tylenchus* qu'il a trouvé des kystes qui n'avaient pas encore été observés sur cette Mucédinée. Des kystes internes ont été également rencontrés dans les mêmes conditions quand l'*Harposporium Anguillulæ* attaque ces animaux. C'est quelquefois la reproduction de l'hôte qui s'est modifiée; ainsi quand un *Syncephalis* ou un *Pleotrachelus* attaque un *Pilobolus*, celui-ci produit des œufs à l'intérieur desquels le parasite ne pénètre pas.

M. Kissling (2) a étudié avec beaucoup de soin une épidémie sévissant sur le *Gentiana lutea* dans le Jura et due au *Botrytis cinerea*. Les conidies ne peuvent envahir directement ni les tiges ni les feuilles ; c'est en germant sur les anthères et le pistil qu'elles pénètrent dans l'hôte et produisent la maladie. Ce fait observé directement a été contrôlé par l'expérience. Les sclérotes se forment en grande quantité dans le corps de la plante nourricière; isolés de la plante ils ne donnent pas de Pézizes, mais très facilement des fructifications conidiennes. L'auteur a comparé les propriétés des conidies issues des sclérotes que l'on peut appeler de première génération, aux conidies issues de celles-là dans des cultures successives ou conidies de deuxième, troisième génération. Avec ces dernières l'infection est beaucoup plus rapide et la place envahie plus large qu'avec les conidies de première génération. On arrive à des résultats analogues par des voies bien diverses ; tous ces faits concourent à montrer que l'histoire d'un organisme a une influence manifeste sur son évolution future.

J. Costantin.

(1) Zopf : *Zur Kenntniss der Infectionskrankheiten inederen Thiere und Pflanzen* (Nova Acta der K. K. Leop. — Carol. Deutsch. Akad. t. LII, n° 7, 64 pages et 7 planches).

(2) Kissling : *Zur Biologie der Botrytis cinerea* (Hedwigia, 1889).

REVUE DES TRAVAUX

DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS D'AVRIL 1890 A JUIN 1891

I. — Physiologie végétale.

1° *Physiologie de la cellule.*

De l'ensemble des recherches auxquelles donne lieu, chaque année, l'étude de l'accroissement de la cellule, sortira peut-être, un jour, une explication satisfaisante de cet accroissement; pour le moment, en tout cas, il serait bien difficile de se faire sur la question une idée nette, d'après les nombreuses opinions contradictoires sans cesse émises. La théorie qui, récemment encore, paraissait devoir prédominer était celle de M. Wortmann que nous avons déjà, ici, exposée à plusieurs reprises. L'accroissement de la cellule aurait dépendu essentiellement de la turgescence, la plus ou moins grande extensibilité de la membrane servant d'autre part, en quelque sorte, de régulateur. Les dernières expériences de M. Askenasy (1) ne confirment guère cette manière de voir.

On sait depuis longtemps déjà, et M. Askenasy l'a, une fois de plus, observé avec des racines de Maïs, que l'accroissement varie avec la température. Au-dessous de 5°, par exemple, l'allongement est très ralenti et l'organe ne s'accroît même ensuite que très régulièrement lorsqu'il est de nouveau soumis à une température plus favorable. Or il en est tout autrement pour la turgescence. Des racines de Maïs, exposées à des températures différentes ont été sectionnées et chaque section a été placée dans une solution de salpêtre. Le raccourcissement de l'organe indique alors le degré de turgescence. M. Askenasy a ainsi constaté que, quelle que soit la température, le raccourcissement dans toutes les sections est le même et se produit également aux températures qui provoquent un vif accroissement et à celles où les racines ne s'accroissent plus. Il y a donc une certaine indépendance entre l'accroissement et la turgescence, puisque, sous l'influence de la température, le premier de ces phénomènes est modifié alors que le second reste invariable ; la turgescence n'est pas, par suite, le facteur essentiel de l'accroissement.

(1) Askenasy : *Beziehungen zwischen Wachsthum und Temperatur.* (Berichte der deutschen bot. Gesellschaft, avril 1890.)

C'est aussi la conclusion à laquelle est amené M. Godlewski (1) par ses expériences sur la tige du *Phaseolus multiflorus*. Si on compare à la lumière et à l'obscurité les régions épicotylées supérieures, c'est-à-dire jeunes, de cette tige, on n'observe dans les deux cas aucune différence ni au point de vue de l'extensibilité de cette membrane, ni au point de vue de la turgescence. Au contraire dans les régions inférieures, qui sont les plus âgées, la turgescence et l'extensibilité sont manifestement plus grandes chez les plantes étiolées que chez les plantes normales. D'après la théorie de M. Wortmann, les différences dans la rapidité de l'accroissement à la lumière et à l'obscurité devraient donc être manifestes surtout dans ces dernières parties. Et c'est précisément le contraire qui a lieu; c'est dans les régions les plus jeunes où la turgescence ne varie plus avec la présence ou l'absence de lumière, que les différences d'accroissement sont le plus sensibles. D'autre part, l'accroissement d'un entre-nœud disparaît plus rapidement que sa tension de turgescence. La principale cause de l'allongement ne résiderait pas alors dans le moindre épaississement des parois, qui serait plutôt un résultat de l'accroissement exagéré. En d'autres termes, la lumière ne retarde pas l'accroissement parce qu'elle amoindrit l'extensibilité, mais elle amoindrit l'extensibilité parce qu'elle retarde l'accroissement. A turgescence égale, la rapidité de croissance varie avec certaines autres conditions externes.

Est-ce à dire qu'on doive nier toute influence de la turgescence? M. Godlewski ne le pense pas; les expériences de M. de Vries, de M. Wortmann et les siennes mettent le contraire hors de doute. La turgescence agit sur l'accroissement, mais elle n'est pas le facteur essentiel. M. Godlewski, comme du reste M. Askenasy, admet, en outre, une influence particulière du protoplasme qui s'explique même assez facilement si on admet que la membrane cellulosienne est traversée par du protoplasme vivant.

Ce serait donc surtout en s'exerçant sur le protoplasme que les agents extérieurs activeraient ou retarderaient la croissance.

Parmi ces agents extérieurs, un des premiers à signaler est la lumière. M. Godlewski (2) met quelque temps des plantes à l'ombre, puis les transporte dans un endroit éclairé. Il y a d'abord, alors, ralentissement de l'accroissement et c'est seulement au bout d'un certain temps que la plante, s'habituant à la lumière, présente de nouveau la même rapidité d'allongement qu'à l'obscurité. Les rayons solaires ont donc pour effet de retarder l'accroissement.

Cette influence retardatrice de la lumière n'est d'ailleurs pas toujours, comme le pensait Sachs, la cause de la périodicité journalière que présente l'accroissement en longueur des tiges. Déjà Baraniecki avait montré que, à l'obscurité constante, des variations de croissance se produisent également dans les tiges étiolées. Aujourd'hui M. Godlewski constate que, précisément

(1) Godlewski : *Die art und Weise des Wachsthumretardierenden Lichtwirkung und die Wachothums Theorien*. (Separat-Abdruck aus dem Onzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, décembre 1890.)

(2) Godlewski : *Ueber die Beeinflussung des Wachstums der Pflanzen durch aussere Faktoren*. (Anzeiger der Akad. der Wissenschaften in Krakau, juin 1890.) — *Ueber die tägliche Periodicität des Langenwachsthums* (id., juin 1889).

pour le *Phaseolus multiflorus*, les tiges s'allongent pendant le jour plus que pendant la nuit. On doit donc plutôt admettre une périodicité dans les processus chimiques qui entrent en jeu pour la formation de la membrane.

Une autre cause qui peut agir encore sur l'accroissement est l'humidité, mais l'action est différente de celle de la lumière. Des expériences de l'auteur à ce sujet, il résulte que chaque diminution d'humidité produit un ralentissement soudain mais passager; chaque augmentation provoque un accroissement momentané. Cette influence de courte durée prouve qu'il ne s'agit plus ici de changemeuts dans la rapidité de l'accroissement réel, mais de variations de turgescence. La croissance n'en est pas moins, dans une certaine limite, réglée par l'humidité ; les tiges atteignent, par exemple, plus rapidement une grande taille dans l'air humide que dans l'air sec.

Enfin la température de l'air qui, jusqu'à un degré déterminé, favorise l'accroissement, devient défavorable vers 35°. A 40°, on observe encore pourtant un certain allongement. La température de la terre est à peu près sans action.

Au point de vue de la turgescence, M. Godlewski, comme M. Askenasy, ne trouve pas de différence chez les plantes qui croissent lentement à une basse température et chez celles qui se développent rapidement à une température plus élevée.

La turgescence n'est donc, définitivement, qu'une cause secondaire de l'accroissement; celui-ci serait dû surtout à des propriétés du protoplasma, variant avec les conditions externes. M. Zacharias (1), en étudiant la formation et l'accroissement de la membrane chez le *Chara fœtida*, arrive, en somme, au même résultat et restreint le rôle important qu'on fait jouer généralement à la diminution de la turgescence dans le phénomène de l'épaississement des tissus.

D'autre part, il est également admis que la formation de la membrane ne peut avoir lieu lorsque le protoplasma est dépourvu de noyau. Il est certain que, dans bien des cas, l'absence de cet élément influe sur les propriétés plasmiques, et M. Hofer (2), par exemple, a constaté que le mouvement et la digestion, chez les Amœbes, sont alors notablement modifiés; le fait ne doit pas toutefois être trop généralisé. Lorsqu'on plasmolyse, comme l'a fait M. Palla (3), des feuilles d'*Elodea canadensis*, des poils radicaux de *Sinapis alba*, des rhizoïdes de *Marchantia polymorpha* ou des filaments d'*Œdogonium*, le protoplasme des cellules se divise en un certain nombre de petits globules : or qu'ils soient ou non pourvus d'un noyau, tous ces globules s'entourent chacun d'une membrane. Les grains de pollen donnent des résultats analogues. Si on place quelques-uns de ces grains dans une solution de saccharose, une rupture se produit comme on sait, au moins en un point et le proto-

(1) Zacharias : *Ueber Bildung und Wachsthum der Zellhaut bei Chara fœtida*. (Berichte der deutschen bot. Gesellscheft., décembre 1890.)

(2) Hofer : *Experimentelle Untersuchungen ueber den Einfluss des Kernes auf das Protoplasma*. (Jenaische zeitschr. für Naturwissenschaft. XXIV.)

(3) Palla : *Beobachtungen ueber Zellhautbildung an des Zellkernes beraublen Protoplasten*. (Flora, 1890.)

plasme entraînant les deux noyaux fait saillie au dehors. Souvent alors il arrive que la portion protoplasmique restée dans le grain se sépare de celle qui a fait hernie par une plaque de cellulose ; elle se divise, dans ce cas, en de nombreux globules dont chacun, malgré l'absence de noyau, s'entoure d'une membrane.

La formation de cette membrane n'est donc pas soumise à l'influence nécessaire du noyau cellulaire, le protoplasme seul peut suffire pour la produire.

Au sujet de la structure du protoplasma vivant, l'opinion courante est que cette substance est composée par un enchevêtrement de filaments constituant un véritable réseau. Pour M. Bütschli (1) la structure protoplasmique est, au contraire, simplement vacuolaire ou mousseuse. Afin de confirmer cette théorie qu'il soutient depuis 1878, l'auteur a recherché s'il ne serait pas possible de produire de fines émulsions ayant les propriétés caractéristiques du protoplasma ; il pense y être parvenu. Ses expériences sont basées sur ce fait, observé par M. Quincke, que les liquides diffusent à travers les huiles grasses. Du sucre ou du sel marin, finement pulvérisés, sont mélangés avec une petite quantité de vieille huile d'olives, de façon à obtenir une sorte de bouillie épaisse. Quelques fines gouttelettes de cette pâte sont alors déposées sur une lamelle qu'on renverse dans une goutte d'eau sur la lame porte-objet, en la soutenant au moyen de petits pieds de cire ou de paraffine. Au bout de vingt-quatre heures, les gouttelettes prennent un aspect laiteux dû à ce que le sucre ou le sel a attiré l'eau à travers l'huile, qui se trouve maintenant remplie de vésicules contenant une solution de ces substances. Chaque gouttelette étant ainsi trop opaque, on éclaircit au moyen de la glycérine, qui, en diffusant lentement, vient remplacer la solution. La structure est alors celle que présenterait de la mousse de savon vue en coupe ; on a un réseau à mailles polygonales, dont les nœuds sont épaissis en tubercules. Les plus fines parties de la mousse présentent la plus grande ressemblance avec la structure réticulée du protoplasma. On aperçoit même, à la surface des gouttelettes, une mince couche, finement radiée, entourant la mousse à la façon de la membrane des Protozoaires, ou des zoospores. La seule différence est que cette dernière est ferme, tandis que l'enveloppe de la mousse est liquide.

Tous ces résultats sont encore plus nets lorsqu'on remplace le sucre ou le sel marin par du carbonate de potasse finement pulvérisé.

Enfin un fait qui établit, d'après M. Bütschli, une analogie encore plus étroite entre le protoplasma et l'émulsion ainsi obtenue est la vive circulation que présentent les gouttelettes de mousse dans la glycérine. Cette circulation peut durer pendant vingt-quatre heures et augmente avec la chaleur ; dans les gouttelettes un peu aplaties, elle ressemble, en tous points, à celle de l'*Amœba limax* ou d'un *Pelomyxa*. Le courant suit l'axe de la gouttelette, se dirige vers un point de la surface, et, arrivé là, se répand le long

(1) Bütschli : *Ueber die Structur des Protoplasmas.* (Verhandl. der Naturhist. Med-Ver zu Heidelberg, 1890, 32-33.)

des deux bords en revenant en arrière, où les courants latéraux se fondent peu à peu dans le courant central. A l'arrière est, comme chez les Amœbes, une partie en repos où s'accumulent les corps étrangers tombés à la surface de la goutte. La direction du courant change également de temps à autre.

Pour expliquer ces phénomènes, M. Bütschli admet qu'en certains points quelques vacuoles éclatent, ce qui amène à la surface une solution de savon et diminue en cet endroit la tension superficielle ; il en résulte un courant de l'intérieur vers l'extérieur. De nouvelles vacuoles, en se rompant, reproduisent le même phénomène, et ainsi de suite. La seule diffusion de la solution de savon à la surface peut, d'ailleurs, amener un résultat analogue. Ajoutons qu'en se plaçant dans de bonnes conditions M. Bütschli a observé dans les gouttelettes des mouvements qui ont duré six jours.

Nous avons décrit avec quelques détails les expériences de M. Bütschli, qui nous ont paru, sur plusieurs points, intéressantes. Les conclusions de l'auteur sont cependant infirmées par les recherches toutes récentes de M. Fayod (1), mais dans cette question délicate et encore mal résolue, de la structure protoplasmique, nous croyons utile de résumer, sans prendre parti dans le débat, toutes les opinions, même contradictoires.

M. Fayod, dont nous analyserons maintenant l'important travail, revient à l'ancienne théorie du protoplasma réticulé, qui était surtout basée jusqu'alors sur des observations isolées et à l'appui de laquelle il apporte des expériences nombreuses et variées.

Le protoplasma, d'après M. Fayod, doit être considéré comme une substance gélifiée ou semi-liquide composée de fibrilles spiralées, canaliculées, et hyalines, qui seraient disposées en systèmes de réticules pourvus de nœuds réticulaires. C'est à l'intérieur de ces canalicules que se meut la substance granuleuse du protoplasma, la seule colorable par les réactifs.

La fibrille canaliculée a été nommée par l'auteur *spirofibrille*, elle a à peu près la dimension d'un *Spirillum tenue*. Elle-même est probablement composée de fibrilles spiralées plus fines encore. Les spirofibrilles sont tordues ensemble autour d'un axe canaliculé à la manière des serpents d'un caducée. L'ensemble du cordon, entouré d'une fine membrane (ou *fibrolème*) prend le nom de *spirosparte*.

Ce sont les spirospartes qui en se serrant les uns contre les autres et en s'enchevêtrant donnent au protoplasme sa structure réticulée.

Le noyau n'est probablement qu'un nœud du dernier réticule extra-cellulaire ; il est formé par la jonction de plusieurs cordons de spirospartes (*cordons nucléogène, schizogène et nucléolaire*), qui le traversent en des sens différents.

La membrane végétale possède la même structure que le protoplasma ; ce n'est que du protoplasma imprégné de cellulose.

Tous ces faits ont été établis par M. Fayod au moyen de plusieurs méthodes. Un premier procédé consiste à imprégner le contenu cellulaire avec

(1) V. Fayod : *Structure du protoplasma vivant.* (Revue générale de Botanique. mai 1891.)

une boue liquide d'indigo légèrement chauffée. Le gonflement des parois des spirofibrilles augmente la capacité des canalicules et produit dans leur intérieur une dépression en vertu de laquelle le liquide ambiant s'y précipite comme dans les vaisseaux d'une plante qu'on coupe sous l'eau. En examinant alors une coupe avec attention, on suit la trajectoire spiralée des fibrilles qui deviennent ainsi nettement visibles. La spirofibrille injectée strie régulièrement le spirosparte de petits traits parallèles bleus disposés transversalement. Si on injecte maintenant simultanément des fragments de tige, dans deux sens opposés, avec de la boue d'indigo et de la boue de carmin, on voit les spirospartes se colorer les uns en rouge et les autres en bleu. Ce fait que certains éléments s'injectent plus facilement dans un sens que dans l'autre semble indiquer, d'après M. Fayod, que, dans le protoplasma, chaque cordon, chaque spirosparte et sans doute même chaque fibrille est composé de deux éléments en spirales canaliculées ayant probablement une fonction différente.

Au lieu d'imprégner directement un fragment d'organe, on peut encore faire végéter pendant quelques jours la plante entière dans de la boue d'indigo. L'auteur a ainsi obtenu la coloration de spiro-fibrilles dans les cellules superficielles de racines de Jacinthe.

Une autre méthode pour observer le système de fibrilles est basée sur l'action de l'oxygène sur le protoplasma. La substance hyaline de ce protoplasma est inoxydable, mais, par contre, la substance granuleuse est susceptible de se transformer en substance hyaline sous l'influence de l'oxygène à l'état naissant. En faisant alors passer un courant d'oxygène sur des spores de Mucor, on voit ces spores se gonfler, et, dans leur intérieur, apparaît tout un système de fibrilles plus ou moins réticulées.

Enfin, si l'on fait une coupe à travers une feuille d'*Agave*, par exemple, et qu'on la chauffe sur une lame de verre jusqu'à 560°, et au delà, on remarque, lorsque tout le charbon est brûlé, que tout le détail des cellules et souvent des noyaux est indiqué par une substance hyaline. Or, dans cette substance, on distingue quelques fibrilles rendues très évidentes par leur contenu carbonisé. La préparation lavée à l'acide chlorhydrique et desséchée montre encore tout le réticule cellulaire indiqué par cette substance hyaline, qui paraît, pour ainsi dire, inoxydable.

D'après M. Fayod, la structure protoplasmique que nous venons de décrire suffirait à expliquer les principaux phénomènes de la physiologie végétale. Nous renvoyons pour cette dernière partie au mémoire lui-même, où sont exposées les vues de l'auteur à ce sujet. Toute exagération à part, il est certain que l'existence bien établie du spirosparte et de la spirofibrille peut contribuer à éclaircir certains points encore obscurs de la physiologie, en particulier l'accroissement de la cellule.

Dans la théorie de M. Fayod, la membrane, composée de protoplasma imprégné de cellulose, ne joue plus, pour ainsi dire, dans la limitation de la cellule qu'un rôle secondaire très imparfait; en de nombreux points, elle est, en effet, traversée par des cordons de spirospartes qui se prolongent ainsi d'une cellule dans l'autre. Cette communication du protoplasma entre cel-

lules voisines a d'ailleurs été déjà incidemment observée par différents auteurs chez des végétaux appartenant aux groupes les plus variés. Elle fut signalée pour la première fois par MM. Thuret et Bornet chez certaines Algues, entre autres les Trichophores. Depuis, Frommann a vu de même les réseaux protoplasmiques des cellules du parenchyme et de l'épiderme des feuilles de *Rhododendron* et du *Dracœna* communiquer par des pores des membranes; des filaments plasmiques traversent même la cuticule et les assises cuticulaires. MM. Tangl, Strasburger, Gardiner, Pfurtscheller et Moore ont remarqué également des communications entre les cellules de l'endosperme, entre celles des cotylédons, des pétioles, etc. Mêmes unions ont été constatées par M. Hick dans les cellules des Floridées, par M. Goroshankin entre les corpuscules des Conifères et des Cycadées et les cellules de l'endosperme, par MM. Russow, Hillouse, Olivier, Coulter, Terletzki, Schaarschmidt, Overton, et bien d'autres dans un grand nombre de tissus végétaux. « Tout le corps végétal, dit M. Klebs, n'est qu'une masse protoplasmique en communication ». Toutefois un travail d'ensemble sur cette question n'avait jamais été fait; M. Kienitz-Gerloff (1) l'a entrepris. Ses expériences ont porté sur une soixantaine d'espèces (Hépatiques, Mousses, Fougères, Equisétacées, Conifères, Monocotylédones et Dicotylédones les plus variées). La coloration du protoplasma est obtenue au moyen de la solution alcoolique du bleu d'Hoffmann à laquelle on ajoute quelques gouttes d'acide acétique; quand le bleu d'Hoffmann ne pénètre pas, on emploie le violet de méthyle. Pour faciliter les observations, on provoque au préalable le gonflement des parois avec le chloroiodure de zinc ou l'acide sulfurique.

L'auteur est parvenu à trouver ainsi les communications plasmiques dans les tissus les plus différents. Il les a observées surtout dans le parenchyme de la moelle et de l'écorce; on les rencontre encore dans l'épiderme et dans les poils, dans le collenchyme, le sclérenchyme, le cambium, dans les laticifères et même dans les vaisseaux du bois, au moins jusqu'à un certain degré de développement. Quant au liber, les larges communications, si aisément visibles, des tubes criblés sont depuis longtemps connues.

Non seulement d'ailleurs il y a union protoplasmique entre les cellules d'un même tissu, mais même entre les cellules de tissus différents. L'épiderme communique avec l'écorce; l'écorce, d'autre part, se trouve reliée avec le liber, celui-ci avec le cambium. Par les rayons médullaires, il y a en outre communication plasmique avec la moelle.

Dans certains cas, à vrai dire, on ne peut observer les filets de protoplasma. M. Kienitz-Gerloff n'en généralise pas moins le fait de l'union plasmique. Les exceptions peuvent être dues simplement à des défauts de préparation, soit à un gonflement trop faible de la paroi, soit à une résistance à la coloration. C'est ainsi, par exemple, que pour les différentes cellules d'un même tissu, on observe avec une facilité très inégale le passage du contenu à travers la membrane.

Il est à remarquer cependant que jamais on ne trouve de communication

(1) Kienitz-Gerloff. : *die Protoplasmaverbindugen zwischen benachbarten Gewebeelementen in der Pflanze.* (Bot. Zeitung 1891.)

entre les cellules stomatiques, ni entre ces cellules et les voisines. Dans les cellules isodiamétriques, les communications sont généralement égales sur toutes les faces. Dans les cellules allongées, les communications sont nombreuses sur les parois radiales et rares sur les parois transverses. Exception doit être faite toutefois pour les tubes criblés.

Quant à l'épaisseur et à la forme des filets plasmiques, elles varient suivant l'espèce, et pour une même espèce, suivant le tissu. Les cordons les plus forts qu'ait observés l'auteur sont ceux du *Thuidium delicatulum* qui ont jusqu'à 3 μ d'épaisseur ; ces cordons sont, du reste, en général très gros chez les Mousses et les Fougères.

La formation des pores a lieu dès le début, et, aux points où se trouvent les ponctuations, il n'y a jamais eu de paroi.

Physiologiquement, la connaissance des communications protoplasmiques a une grande importance, elle peut contribuer à éclaircir un certain nombre de faits. Les auteurs ne s'accordent cependant pas complètement à ce sujet, et deux opinions ont actuellement cours. Suivant quelques-uns, les filets protoplasmiques sont les voies par lesquelles se transmettent exclusivement les excitations, suivant d'autres leur rôle consiste surtout à faciliter l'échange des matières entre cellules voisines. M. Hanstein adopte la première opinion qu'il avait déjà émise à propos des tubes criblés. De même M. Gardiner qui admet cependant le rôle de transport pour les tubes criblés et pour les cellules de l'albumen. M. Russow partage cette manière de voir. M. Schmitz ne croit pas au passage, par cette voie, du protoplasma d'une cellule dans l'autre. En somme, la transmission des excitations par les filets protoplasmiques est généralement admise, mais les avis sont surtout partagés sur le rôle de ces filets dans l'échange des matières. La principale objection à ce propos est que les perforations sont trop étroites pour qu'une quantité de matières appréciable les traverse.

M. Kienitz-Gerloff s'élève contre cette objection ; en réalité les pores ne sont pas aussi fins qu'on veut bien le dire ; ils sont même très larges chez les Mousses et Fougères, et dans les cellules parenchymateuses du Laurier-rose on en trouve qui sont plus gros que ceux des tubes criblés du Pin. Pour l'auteur tous les pores servent à la translocation des matières, les communications que les vaisseaux et les fibres de sclérenchyme présentent avec les cellules voisines expliquent pourquoi ces éléments, à partir d'un certain moment, ne contiennent plus de protoplasma ; leur contenu a émigré dans les cellules voisines. Il en est de même pour les cellules du liège, qui communiquent avec celles du phellogène.

A l'automne, les cellules des feuilles se vident rapidement parce que, sous l'influence du froid le protoplasme se rétracte comme un Myxomycète qui rentre ses pseudopodes.

Enfin il n'est pas sans intérêt de rappeler que, comme l'a observé Sachs, les cellules stomatiques conservent très longtemps leur amidon et leur protoplasma ; or, nous avons vu que, précisément, il n'y a pas de communication entre ces cellules et les voisines.

Ajoutons qu'il n'y a pas, non plus, union protoplasmique entre l'embryon et l'albumen, ni entre les suçoirs des plantes parasites et la plante mère,

mais les substances n'ont là à traverser qu'une ou deux membranes bien disposées au point de vue de l'osmose.

En somme, il faut surtout s'attendre à trouver des communications dans les plantes où l'assimilation est limitée à certaines régions et où, par suite, les matériaux doivent cheminer vers des autres points, de cellule en cellule. C'est en effet ce qui a lieu.

La conséquence principale de toutes ces observations, c'est que la plante n'est pas à proprement parler, comme on l'admet généralement, une colonie d'éléments distincts, nettement individualisés, et indépendants, mais une masse protoplasmique dans laquelle des membranes incomplètes, criblées de perforations, constituent simplement une sorte de squelette. La théorie de l'individualité de la cellule se trouve ainsi abandonnée.

Aucune observation de M. Kienitz-Gerloff n'avait porté sur les Algues. M. Kohl (1) comble cette lacune, et l'étude qu'il a faite, dans ce but, des *Spirogyra*, des *Cladophora*, des *Mesocarpus*, des *Ulotrix*, etc., le conduit au même résultat. Il y a, dans tous ces cas, communications protoplasmiques entre les cellules. On sait que d'autre part le même fait avait été antérieurement observé pour d'autres genres appartenant aux familles les plus diverses du même groupe par MM. Thuret et Bornet, M. Schmitz, M. Hick, M. Rosenthal, M. Wille et M. Borzi. Il n'est donc pas douteux que ce soit le cas général dans le règne végétal.

Quelques exemples sont encore signalés par M. Kohl pour des Fougères, et par M. Councler (2) pour l'écorce de l'*Æsculus Hippocastanum*.

Dans l'intérieur de la cellule, on admet que le protoplasma est à l'état de de mouvement continuel. Cette cyclose n'avait d'abord été observée que dans quelques cellules de plantes submergées ou dans des poils. M. de Vries a, depuis, montré qu'elle existe partout et, si parfois on ne peut la constater, cela tient, selon lui, à ce que les cellules sont mises dans l'eau pure, c'est-à-dire dans des conditions osmotiques anormales. Lorsqu'on place en effet les tissus dans un liquide isotonique avec le suc cellulaire, les mouvements se manifestent.

D'après Mme Ida Keller (3) ces expériences ne prouvent pas que les mêmes mouvements aient lieu à l'état normal. La cyclose du protoplasme ne serait, au contraire, qu'un phénomène pathologique, précédant la mort. Les courants qu'on observe sur les coupes résulteraient simplement de l'excitation produite par la préparation.

A l'appui de sa manière de voir, Mme Keller décrit plusieurs expériences qui, en réalité, paraissent concluantes.

Tout d'abord dans les plantes intactes où l'observation directe est possible, comme dans l'*Elodea canadensis*, le *Vallisneria spiralis*, les embryons de *Lupinus albus* et de *Triticum vulgare*, on n'observe jamais aucun mouvement.

(1) Kohl : *Protoplasmaverbindungen bei Algen.* (Berichte der deutschen bot. Gesellschaff., février 1891.)
(2) Councler : *Continuity of protoplasma.* (Bot. Gazette XIV, pages 82 et 83.)
(3) Mme Ida Keller : *Ueber Protoplasma-Strömung in Pflanzenreich.* (Zürich 1890.)

En second lieu, on sait que, sur les coupes, les mouvements ne deviennent apparents que quelques minutes après la préparation. M. de Vries explique le fait en admettant que les manipulations ont un instant arrêté la circulation. D'après M^me^ Keller, c'est au contraire ces manipulations qui, au bout de quelques minutes, provoquent le mouvement.

En effet, si, lorsque les courants se sont établis, on excite la coupe de différentes manières, on ne constate plus d'arrêt. D'autre part si, quelque temps avant de pratiquer la coupe, on fait une blessure à la plante, les mouvements peuvent être aussitôt observés ; il n'est pas nécessaire, comme précédemment, d'attendre quelques minutes. La cyclose a donc lieu sous l'influence de la première blessure.

Par une généralisation peut-être un peu trop rapide, M^me^ Ida Keller conclut que, normalement, le protoplasme est toujours dans la cellule en état d'immobilité, et ne commence à se mouvoir que lorsque, sous l'influence d'une cause quelconque, la vie de la plante s'affaiblit. Les observations antérieures nombreuses de différents auteurs nous semblent permettre de douter que ces conclusions soient vraies dans tous les cas.

(A suivre.) HENRI JUMELLE.

C. Macmilian, del. C. G. Petit sc

CARTE DE L'AMÉRIQUE DU NORD

Montrant l'immigration des plantes dans la vallée du Minnesota.

A l'Est, les flèches indiquent les directions suivies par l'immigration des plantes européennes ; au Nord et au Nord-Ouest, les flèches indiquent les directions suivies par l'immigration des plantes asiatiques

Imp. Éd. Crété, Corbeil.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Ecoles, à Paris.

VIENT DE PARAITRE :

TRAITÉ
DES
ARBRES ET ARBRISSEAUX
FORESTIERS, INDUSTRIELS ET D'ORNEMENT
Cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France

DONNANT LA DESCRIPTION ET L'UTILISATION D'ENVIRON 1800 ESPÈCES ET 1000 VARIÉTÉS

Par P. MOUILLEFERT

Professeur de sylviculture à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

AVEC UN ATLAS CONTENANT 232 PLANCHES INÉDITES DONT 32 COLORIÉES

« Mon plan peut être ainsi résumé : il consiste à entreprendre d'exposer l'histoire succincte de tous les principaux arbres, indigènes ou exotiques, que l'on trouve actuellement en Europe, soit dans les forêts, soit dans les collections dendrologiques, soit dans les parcs ou jardins publics ; je parlerai aussi de ceux que l'on rencontre le plus communément dans les orangeries et dans les serres ; en un mot de tous ceux que l'on cultive au triple point de vue : forestier, industriel et ornemental ; c'est-à-dire d'environ 1800 à 1900 espèces botaniques et 800 à 900 variétés.

« Avant d'entrer en plein dans mon sujet, j'ai cru devoir commencer par donner quelques notions de Botanique spécialement affectées à l'étude des Arbres.

« Quant à l'histoire des Arbres dont il sera question, elle comprendra quatre parties principales : La première : ce qui concerne la patrie, l'origine et l'aire géographique de l'espèce décrite. La deuxième : les principaux caractères botaniques qui distinguent l'arbre étudié. La troisième partie comprendra les conditions d'existence de l'arbre, c'est-à-dire les sols et les milieux qui lui conviennent, les moyens de reproduction et d'extension dont il dispose. Enfin, dans la quatrième partie j'indiquerai la nature des produits, bois, fruit, écorce, etc., utilisables. J'indiquerai aussi le parti que l'on peut tirer de l'espèce étudiée, au point de vue forestier, ornemental et industriel.

« Je n'ai pas, il va sans dire, la prétention de faire une œuvre parfaite du premier coup ; mon travail contiendra certainement des omissions et même des erreurs inévitables dans un sujet aussi vaste ; mais l'essentiel était de commencer à faire « *quelque chose* », de faire un large cadre, ou de mettre l'édifice debout ; les tirages complémentaires ainsi que les éditions qui pourront survenir combleront peu à peu les vides, tout en améliorant l'œuvre ; aussi dans ce but je recevrai toujours avec reconnaissance les observations que mes lecteurs voudront bien me présenter.

« P. MOUILLEFERT. »

MODE ET CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le **Traité des arbres et arbrisseaux** formera un volume de texte de 1060 à 1100 pages et un atlas de 232 planches du format in-8°.

L'ouvrage sera publié en 33 livraisons, chacune de 32 pages de texte, la 1re avec 8 planches noires d'éléments de la botanique des arbres, la deuxième avec 3 planches noires d'éléments de botanique, 3 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée, les suivantes avec 6 planches en phototypie de port d'arbres et une planche coloriée dans le genre de celles de l'Atlas Masclef.

Il paraîtra deux livraisons par mois.

Prix de chaque livraison : 1 fr. 25.

Les quatre premières livraisons sont en vente.

En envoyant à l'éditeur, *d'avance et en une fois*, la somme de **40 francs**, on recevra l'ouvrage entier, port compris, au fur et à mesure de l'apparition des fascicules, y compris deux cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Le prix de ces deux cartons pour les acheteurs à la livraison est de 2 fr. chacun.

Aussitôt l'ouvrage achevé, le prix en sera porté à 50 francs.

CORBEIL. — Imprimerie CRÉTÉ.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 août 1891

N° 32

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 AOUT 1891

Pages.

I. — ÉTUDE ANATOMIQUE D'UNE ASCIDIE EPIPHYLLE DU CHOU, avec figures, par **M. William Russell**............ 337

II. — RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES (avec planches et figures dans le texte) (*suite*), par **M. Eugène Bastit**... 341

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET DE CHIMIE VÉGÉTALES, parus d'avril 1890 à juin 1891 (*suite*), par **M. Henri Jumelle**.................................. 361

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 14. — *Feuille des Mousses.*

Cette livraison renferme en outre douze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

ÉTUDE ANATOMIQUE

D'UNE ASCIDIE ÉPIPHYLLE DU CHOU [1]

Par M. William RUSSELL.

Le Chou, ainsi que je l'ai fait observer dans une note publiée récemment (2), est souvent sujet à des modifications dans la forme de ses membres et en particulier de ses feuilles.

L'enroulement de celles-ci sur elles-mêmes, constitue, on l'a vu, un phénomène assez fréquent, bien que cependant fort mal connu au point de vue anatomique. L'étude de la structure de ces feuilles anormales, m'ayant permis de mettre en lumière un certain nombre de faits intéressants, j'ai cru bon d'entreprendre à nouveau la description d'une production similaire, mais d'origine différente. Cette ascidie, en effet, au lieu d'être insérée sur une tige avait pris naissance sur une feuille normale. Située à la face supérieure de la feuille, l'ascidie semblait être le prolongement de la nervure médiane, qui s'arrêtait brusquement au niveau de son insertion.

Sa forme ne différait que peu de celle de l'ascidie décrite précédemment, car elle se composait d'une portion évasée, de texture foliacée, supportée par un pied cylindrique fortement comprimé et présentant de nombreuses cannelures.

L'organe mesurait $0^m,25$ de longueur et avait $0^m,11$ de circonférence à son bord libre.

Les coupes transversales pratiquées dans le pied de l'ascidie montrent que la structure est sensiblement la même dans les

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne dirigé par M. le professeur Gaston Bonnier.

(2) W. Russell, *Étude anatomique d'une ascidie de Chou* (Revue générale de Botanique, 1891).

deux tiers inférieurs de l'organe. Les sections grossièrement elliptiques et présentant de nombreux lobes, permettent de voir que malgré la forme de l'organe, les faisceaux sont disposés suivant une circonférence. Ces faisceaux, au nombre de six, à peu près de même taille, ont un aspect absolument caractéristique, car leur portion vasculaire figure des sortes de croissants dont les cornes sont tournées vers l'extérieur; entre ces cornes, est situé le liber formant en général un cercle complet entourant des cellules de parenchyme ordinaire.

Les six faisceaux circonscrivent une sorte de moelle constituée par un parenchyme homogène, au centre duquel est un gros faisceau, à bois enveloppant un liber réduit.

En dehors du cercle vasculaire on trouve un nombre variable

Fig. 39. — Coupe de la nervure médiane un peu en arrière de l'insertion de l'ascidie. La nervure montre à sa partie supérieure un cercle de faisceaux destinés à l'ascidie et à sa partie inférieure deux gros faisceaux représentant les faisceaux latéraux de la nervure. Entre eux sont deux traînées vasculaires, restes du faisceau médian.

de petits faisceaux à liber tourné vers l'intérieur. Ces derniers faisceaux dont le liber se confond fréquemment avec celui des six faisceaux dont je viens de parler, se détachent des cornes de ce dernier et après avoir cheminé quelque temps librement, ne tardent pas à se fusionner avec d'autres faisceaux du cercle vasculaire.

Lorsque les coupes sont faites dans la nervure médiane de la feuille qui porte l'ascidie, elles permettent de constater que la présence de cet organe accessoire a amené des modifications intéressantes dans la structure de la nervure.

J'ai montré dans la note citée précédemment, que la nervure principale d'une feuille normale de Chou renferme trois arcs vasculaires, un médian et deux latéraux, et qu'en outre, il existe dans la région supérieure de la nervure un certain

nombre de petits faisceaux chargés de former des anastomoses entre l'arc vasculaire médian et les arcs latéraux. Ces petits faisceaux sont disposés dans la feuille normale suivant un arc.

Dans la feuille ascidifère on retrouve bien les trois arcs vasculaires, mais leurs branches anastomotiques au lieu d'être situées suivant un seul arc, sont rangées sur plusieurs demi-circonférences. Il en résulte que la nervure, au lieu d'être légèrement concave à sa face supérieure, est fortement convexe, presque semi-cylindrique.

A l'approche de l'insertion de l'ascidie, l'arc vasculaire qui, à la base de la feuille, était composé de trois faisceaux, s'est sensiblement réduit, car c'est de lui que se détachent toutes les

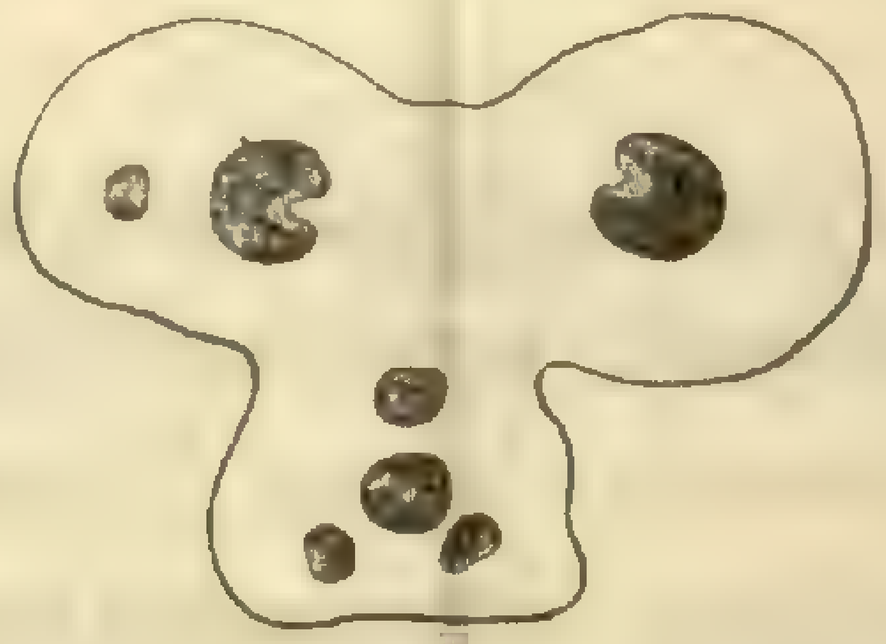


Fig. 40. — Coupe faite dans la région supérieure du pétiole de l'ascidie, montrant les trois faisceaux qui par leur division successive formeront les nervures de la portion foliacée de l'organe.

branches anastomotiques et au niveau de l'insertion même, il ne se compose plus que de quelques éléments libéro-ligneux qui vont se perdre dans le limbe.

Les arcs vasculaires latéraux divergent latéralement à cet endroit et se continuent dans des nervures secondaires.

Lorsque la dernière branche anastomotique a rejoint les arcs latéraux, les faisceaux qui restent se rapprochent les uns des autres et prennent la disposition qu'ils doivent conserver dans toute la longueur du tube de l'ascidie.

Ce n'est que lorsque ce tube s'évase, que l'agencement des faisceaux éprouve des changements notables : on voit alors la plupart d'entre eux se fusionner, puis se répartir ensuite suivant trois îlots. L'un d'eux composé de faisceaux orientés irrégulièrement et renfermant le faisceau à bois entourant le liber,

reste en place, tandis que les deux autres s'éloignent progressivement de lui (fig. 40).

A ce moment la forme de l'organe cesse d'être elliptique et devient peu à peu triangulaire.

Bientôt de nombreux petits faisceaux se détachent des îlots et viennent se ranger suivant deux arcs concentriques.

C'est entre ces arcs vasculaires qu'apparaît la fente, indice du commencement de la cavité de l'ascidie. Chaque îlot vasculaire est destiné à former la partie conductrice d'une nervure, qui s'étend jusqu'au bord libre et envoie de nombreuses ramifications dans toute l'étendue de la région foliaire de l'ascidie. Le parenchyme compris entre ces nervures est en tout semblable à celui d'une feuille normale.

Quelle est la signification morphologique de cette ascidie épiphylle?

Par sa structure et par la disposition de ses nervures principales, dans sa région supérieure elle représente certainement une feuille enroulée sur elle-même. En ce qui concerne son origine, on peut la considérer soit comme une foliole surnuméraire rentrant dans la catégorie des monstruosités que M. Masters désigne sous le nom *d'énation* (5), soit comme résultant du dédoublement de la feuille normale; la structure particulière de la nervure médiane de cette dernière feuille, permet, il me semble, de faire pencher la balance du côté de cette dernière hypothèse.

(1) M. Masters emploie ce mot pour désigner toutes les productions adventives telles que : excroissance, lobes supplémentaires, etc., qui peuvent apparaître sur un organe complètement développé (*Vegetable teratology*, p. 443).

RECHERCHES
ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES
SUR
LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES

Par M. Eugène BASTIT *(Suite).*

CHAPITRE II

ANATOMIE DE LA PARTIE SOUTERRAINE

§ I. — Étude de l'axe.

La structure anatomique du rhizome est si différente de celle de la tige aérienne que les premiers anatomistes qui se sont occupés des Mousses ont pu donner de la tige des descriptions contradictoires, les uns ayant porté leur attention sur la partie feuillée, les autres s'étant attachés à décrire seulement sa base. Cette différence de structure entre les deux membres a été signalée par M. Hy dans une note présentée à la Société botanique de France le 2 avril 1880 (1). La description détaillée de la tige souterraine n'existe pas. C'est pourquoi il m'a semblé utile de la tenter, et d'établir les relations des différents tissus qu'elle comporte avec ceux de la tige aérienne.

Une coupe transversale dans la tige souterraine de *Polytrichum juniperinum* (fig. 41) montre que cette tige a la forme d'un

(1) *Loc. cit.*

prisme triangulaire dont les arêtes sont arrondies et les faces convexes, et permet de distinguer dans l'ensemble des tissus : 1° un épiderme; 2° un tissu cortical; 3° un cylindre central; 4° trois secteurs péricycliques; 5° trois secteurs hypodermiques.

1° *Épiderme*. — L'écorce est limitée extérieurement par une couche épidermique formée d'une rangée de cellules en général petites, à section sensiblement carrée, à parois toujours épaisses, surtout sur la face interne (*ep*, fig. 41). Extérieurement un grand nombre d'entre elles se prolongent sous la forme de *poils absorbants*. Parmi les poils les uns se terminent en pointe arrondie; les autres portent à leur extrémité un petit renflement plus ou moins sphérique qui leur donne l'aspect d'un Agaric minuscule. Ils sont répartis sur toute la surface de la tige, mais ils sont plus abondants sur les arêtes, et ils s'enchevêtrent dans tous les sens de manière à former autour du rhizome un feutre serré entremêlé de parcelles terreuses et de petits grains de sable. L'épaisseur de ce feutre peut atteindre celle de la tige souterraine elle-même et tripler en apparence son diamètre.

On rencontre aussi quelquefois attachés aux arêtes du rhizome, surtout quand il est encore jeune, des lambeaux lacérés des écailles qu'il portait à l'état primitif de jeune pousse. Ces écailles tendent à se détruire quand la jeune pousse devient elle-même une souche, et elles finissent par disparaître à mesure qu'elle vieillit. En même temps les cellules épidermiques épaississent et subérifient leurs parois internes sans cesser de pousser des poils par leur face externe. La cutinisation des parois cellulaires épidermiques peut être facilement mise en évidence au moyen de la fuchsine.

2° *Écorce*. — Le bord externe de l'écorce suit la couche épidermique le long de chaque face du prisme et s'interrompt à quelque distance de l'arête. Le bord interne accentue sa courbure, dont la concavité est toujours tournée du côté de l'axe, de manière à offrir sur la coupe une ligne sensiblement circulaire qui limite le cylindre central. Cette ligne est également interrompue en trois de ses points, où le tissu cortical est remplacé par un autre tissu, générateur des faisceaux et de l'hypoderme.

Le parenchyme de l'écorce, si développé dans la tige aérienne feuillée, se montre très réduit dans le rhizome. Il comprend généralement, dans les espèces du genre *Polytrichum*, quatre assises de cellules, rarement davantage. Les cellules corticales sont de grande dimension par rapport aux tissus voisins et, examinées en coupe longitudinale, elles ne diffèrent pas des éléments ordinaires de l'écorce des tiges aériennes; les parois cellulaires

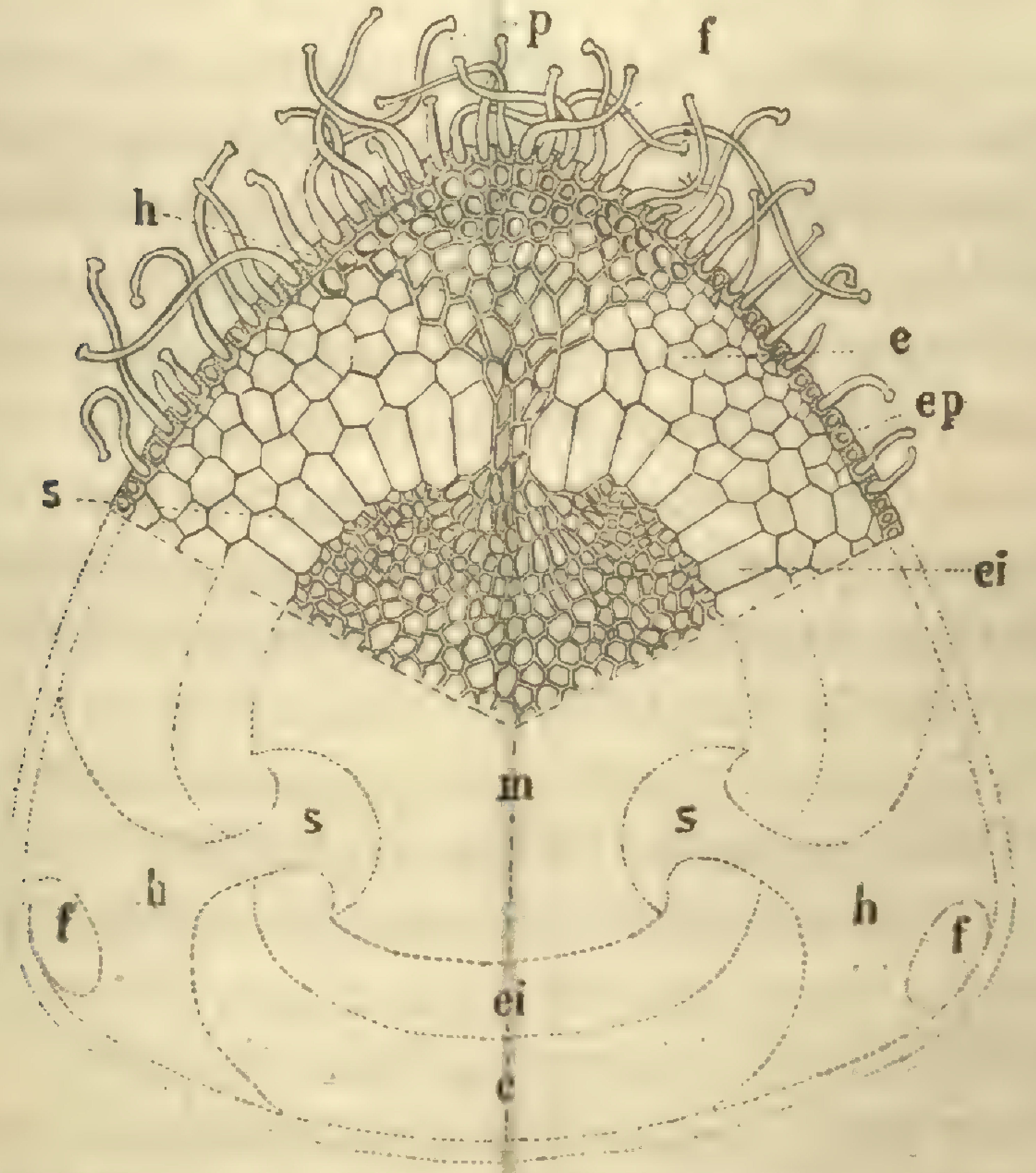


Fig. 41. — Coupe transversale du rhizome de *Polytrichum juniperinum*. — *p*, poils absorbants; *ep*, épiderme; *e*, tissu cortical externe; *ei*, écorce interne; *m*, cordon médullaire central; *s*, secteur péricyclique; *h*, secteur hypodermique; *f*, faisceau hypodermique.

sont toujours très minces et de nature cellulosique. Ce parenchyme n'est pas uniforme : le calibre des éléments augmente de l'extérieur à l'intérieur; de plus la forme en est modifiée : les trois rangées externes (*e*, fig. 41) offrent des cellules polygonales semblables aux cellules corticales de la tige aérienne, mais l'assise la plus interne, adjacente au cylindre central, mérite une mention spéciale; elle comprend des éléments à parois radiales allongées et forme sur la coupe une couronne large et claire au-

tour du cylindre central (*ei*, fig. 41) toujours sombre. Le nombre, la forme et la disposition des cellules de l'écorce présentent une constance assez marquée et constituent un des caractères les plus saillants de la tige souterraine.

3° *Cylindre central.* — Sauf en trois points de sa périphérie, le cylindre central est constitué par du parenchyme médullaire dont les éléments examinés en coupe transversale sont petits, arrondis, pourvus de parois très épaisses et fortement lignifiées. En coupe longitudinale, ils diffèrent peu des cellules de la moelle périphérique de la tige aérienne. On rencontre quelquefois dans la région axiale des files de cellules, nées par des cloisonnements parallèles d'une cellule primitive unique, offrant des parois extérieures épaisses et lignifiées tandis que les cloisons internes parallèles sont restées à l'état de cellulose pure. Cette formation assez rare dans le rhizome tend à devenir de plus en plus fréquente à mesure qu'on se rapproche de la tige aérienne.

Mais il ne faut pas chercher ici de différences entre la moelle centrale et la moelle périphérique ; les deux régions ne diffèrent que par la dimension des éléments, laquelle va en croissant à mesure qu'on se rapproche de l'axe (*m*, fig. 41).

Le parenchyme médullaire, très restreint dans la tige aérienne, prend dans le rhizome une importance notable : son rayon dépasse en général la moitié du rayon de la tige.

4° *Secteurs péricycliques.* — J'ai dit que le cylindre central est interrompu en trois points de sa périphérie. Or chacune des interruptions est située sur le même rayon que la région où manque le parenchyme de l'écorce, c'est-à-dire sur le rayon qui aboutit à chaque arête de la tige.

Entre deux grandes cellules de l'écorce interne, et se dirigeant suivant le rayon qui passe par l'arête, est une mince file de cellules contenant seulement une ou deux épaisseurs de petits éléments à parois très légèrement épaissies, assez étroits dans le sens tangentiel et un peu plus longs dans le sens radial.

Si l'on suit ces files en se dirigeant vers l'axe de la tige on les voit s'épanouir sous la forme de trois secteurs circulaires ayant leur centre sur la périphérie du cylindre central et tournant leur

bord convexe vers l'axe du rhizome. La petitesse des éléments qu'ils comprennent et le faible épaississement des parois donnent à ces trois secteurs une coloration claire qui tranche vivement sur le fond sombre du tissu médullaire, dont ils prennent la place dans ces trois régions. Les cellules de chaque secteur, semblables à celles de la file qui s'y épanouit, sont disposées par trois ou quatre assises superposées, concentriques, parallèles à la limite médullaire du secteur. Elles offrent les mêmes caractères que les éléments de la zone péricyclique de la tige aérienne et concourent au même but physiologique, ainsi que j'aurai l'occasion de le montrer dans la suite; le nom de *secteur péricyclique* me paraît donc pouvoir être appliqué à juste titre (*s*, fig. 41).

3° *Secteurs hypodermiques.* — Partons maintenant du centre d'un secteur péricyclique et marchons vers l'épiderme en suivant le rayon qui aboutit à une arête de la tige. La mince file que je signalais plus haut passe entre deux grandes cellules de l'assise corticale interne, puis, augmentant de plus en plus le nombre et la grandeur de ses éléments, elle s'élargit en une sorte de triangle isocèle, ayant pour base convexe la limite épidermique, pour sommet le centre du secteur péricyclique correspondant, et pour côtés égaux deux courbes tournant leur concavité vers l'écorce. Le tissu collenchymateux renfermé dans le secteur péricyclique ne diffère guère de celui du secteur hypodermique que par la grandeur des éléments; laquelle s'accroît à mesure qu'on approche de l'épiderme. Mais l'épaississement des parois et la forme irrégulière des cellules ne permettent pas de le confondre avec le parenchyme de l'écorce. Secteurs péricycliques et secteurs hypodermiques se distinguent aussi de l'écorce par des propriétés chimiques particulières. L'expérience montre que les parois des cellules corticales sont colorées par les réactifs de la cellulose, mais qu'elles sont rebelles à tous les autres, tandis que les éléments des secteurs sont sensibles aux éléments de la lignine. Une coupe transversale de rhizome plongée dans la fuchsine ammoniacale se montre colorée en rouge dans toute l'étendue des secteurs, et l'on peut constater que la coloration, très intense dans la région sous-épidermique, où les parois sont

fortement épaissies et passent au parenchyme scléreux, subsiste toujours, quoique plus faible et moins facilement observable, dans les secteurs péricycliques. En d'autres termes, la lignification des éléments, d'abord nulle au voisinage du cylindre central, est de plus en plus appréciable à mesure qu'on se rapproche de l'épiderme.

Sous l'épiderme et en face de chaque arête le tissu du secteur hypodermique se différencie en un faisceau de parenchyme scléreux. Ce faisceau sera étudié dans le paragraphe suivant. Les passages du rhizome à la tige aérienne me fourniront l'occasion de montrer la relation étroite qui existe entre l'hypoderme de l'une et le secteur hypodermique de l'autre.

Toutes les espèces du genre *Polytrichum* ont un rhizome dont la structure est identique à celle de *Polytrichum juniperinum*.

Dans le genre *Pogonatum* les caractères de la tige souterraine sont encore bien accusés et répondent fidèlement à l'analyse précédente.

Pour le rhizome comme pour la tige aérienne, j'ai trouvé dans les Mousses exotiques le maximum de différenciation. Rien n'est pourtant changé dans le plan général de la coupe, mais les divers tissus sont plus distincts les uns des autres et l'emploi des réactifs devient superflu.

Il faut citer : *Pogonatum alpinum*, *P. proliferum*, *P. convolutum*, *P. macrophyllum*, *Polytrichum Mahense*, *Poly. elatum*, *Polytrichadelphus giganteus*, *P. semiangulatus*, *P. magellanicus*, *Catharinea dendroides*, *Dawsonia superba*, etc. Dans *Catharinea dendroides* la ligne de communication du secteur péricyclique avec le secteur hypodermique est plus large et embrasse une étendue de cinq à six cellules (fig. 42); la rangée interne des grandes cellules de l'écorce occupe presque les deux tiers de l'épaisseur de ce tissu, le tissu médullaire présente à sa périphérie une région de petites cellules à parois peu épaissies et peu lignifiées, d'apparence plus claire que la région centrale. Dans *Dawsonia superba* il n'y a plus d'étranglement entre les deux secteurs, qui semblent être le prolongement l'un de l'autre et dont l'ensemble présente l'apparence d'un large coin traversant

l'écorce et pénétrant dans le parenchyme médullaire (fig. 43).

Ainsi, la tige souterraine des Mousses présente une constitution anatomique propre très différente de la structure de la tige aérienne feuillée.

Mais les caractères que je viens d'exposer tendent à devenir moins nets, si on les cherche dans le rhizome d'*Atrichum undulatum*. En effet, dans ce type et chez tous les individus appartenant au même genre, on pourra constater que la coupe transversale de la tige souterraine présente une écorce à peu près uniforme, composée d'éléments polyédriques dont la dimension décroît quand on approche de l'épiderme ; la rangée interne des grandes cellules à longues parois radiales n'existe pas. D'autre

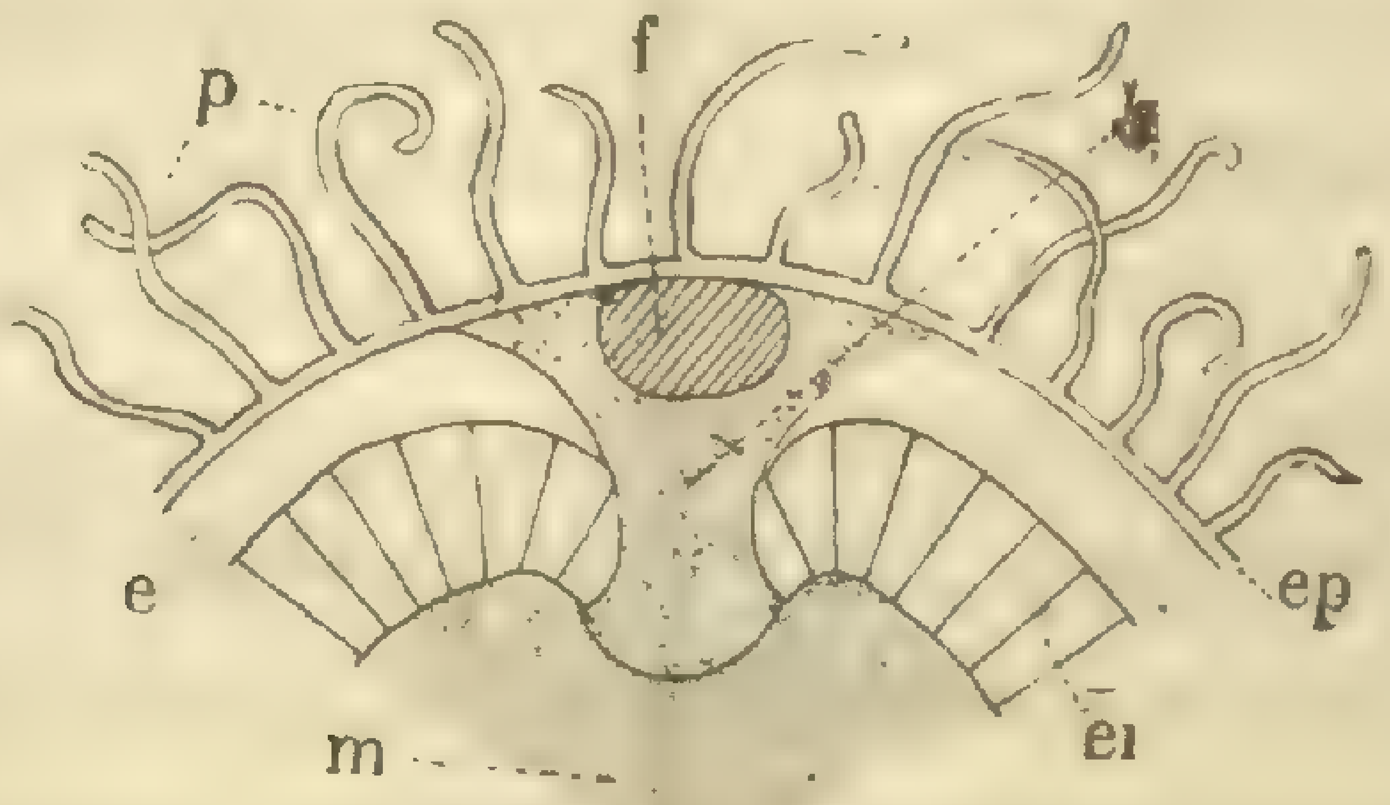


Fig. 42. – Coupe théorique du rhizome de *Catharinea dendroides*; *ep*, épiderme ; *p*, poils absorbants ; *e*, écorce externe ; *ei*, écorce interne ; *m*, cordon médullaire central ; *h*, secteur hypodermique ; *f*, faisceau hypodermique.

part on remarque que la limite de séparation de l'écorce et des secteurs hypodermiques n'est plus nette, et que les secteurs péricycliques sont plus réduits et comprennent seulement une ou deux rangées de petites cellules de collenchyme, un peu plus longues dans le sens radial que dans le sens tangentiel.

La propagation souterraine par rejets issus d'un rhizome à structure propre n'est pas générale chez les Mousses ; elle se rencontre seulement chez les individus les plus élevés en organisation. Dans un grand nombre d'espèces la propagation par voie végétative est pour ainsi dire à demi souterraine. Ce phénomène est particulièrement observable sur les espèces appartenant au genre *Hypnum*. Si en effet, on examine une touffe d'*Hypnum triquetrum* et qu'on observe la marche de sa croissance, on verra que le point végétatif situé à l'extrémité d'une tige

fonctionne indéfiniment en produisant une tige feuillée qui reste verte pendant une période d'un an. L'année suivante cette tige brunit de plus en plus pendant que son point végétatif produit une nouvelle tige, laquelle se comportera comme la précédente, en sorte que l'accroissement en longueur de la tige est pour ainsi dire illimité. Si on ajoute à cela que de nombreux points végétatifs peuvent se former latéralement on s'expliquera l'épaisseur et l'étendue des touffes d'*Hypnum*. Ces touffes n'adhèrent pas au sol, comme on pourrait le croire; elles forment une couche superficielle composée de tiges jeunes, vertes à l'extérieur, et de tiges vieilles, brunies, qui s'entremêlent en une sorte de tapis serré reposant directement sur le sol et servant de base à la touffe. De nombreux poils absorbants se développent dans les parties encore vivantes et vont chercher, sur le sol ou les débris végétaux qui le recouvrent, les éléments nécessaires à la nutrition des tiges vertes.

Cette propagation ne paraît pas autrement extraordinaire si on la compare à celle du *Polytrichum juniperinum*; la seule différence importante qui existe entre ces deux modes de propagation. c'est que l'une s'opère dans le sol et l'autre à la surface. L'accroissement linéaire de la tige de *Polytrichum* qui se fait par voie souterraine, est illimité, comme l'accroissement dans l'air des tiges d'*Hypnum*.

On peut donc conclure, en laissant de côté la propagation par spores ou par propagules que :

1° *Les Mousses se propagent les unes par voie végétative souterraine, les autres par voie végétative aérienne.*

2° *La tige souterraine des unes possède une structure propre différente de celle de la tige aérienne, et caractérisée par la localisation des tissus générateurs des faisceaux et de l'hypoderme.*

3° *La tige aérienne des autres s'accroît indéfiniment et reste identique à elle-même quant au plan général de sa structure.*

§ II. — Étude des faisceaux dans la tige souterraine.

Nous avons vu, en étudiant la structure du rhizome de *Polytrichum juniperinum* que dans la direction des trois rayons qui aboutissent aux arêtes de la tige il existe un tissu spécial constituant près du cordon médullaire les secteurs péricycliques et près de l'épiderme les trois secteurs hypodermiques. Nous avons également remarqué que chaque secteur hypodermique communique avec le secteur péricyclique correspondant par une traînée de cellules, étroite dans *Polytrichum*, mais plus large dans *Catharinea dendroides* et que l'un des secteurs n'est que le prolongement de l'autre; c'est dans ce tissu que se différencient les trois *faisceaux hypodermiques* que l'on rencontre sous l'épiderme de chaque arête de la tige.

En effet, si nous revenons à la coupe du rhizome de *Polytrichum juniperinum* (fig. 41), nous voyons un groupe (*f*) d'éléments qui se détache par sa couleur sombre du reste du secteur hypodermique. Les cellules qui font partie de ce groupe sous-épidermique se distinguent des éléments du secteur par un épaississement plus considérable des parois et par une lignification plus intense. Cette lignification peut être mise en évidence par la fuchsine ammoniacale qui colore chacun des faisceaux en rouge tandis que la coloration des secteurs reste plus pâle quoique toujours accusée.

Le rôle le plus évident de ces faisceaux hypodermiques est un rôle de soutien. Ils forment le stéréome externe du rhizome, de même que la moelle en forme le stéréome interne.

Mais ils ont encore une autre fonction, celle de servir à la circulation des liquides dans la plante. On peut démontrer cette propriété par l'expérience suivante. Un individu complet de *Polytrichum juniperinum* est plongé par sa tige souterraine dans une solution de tannin. Si au bout de quelques heures on fait une coupe dans le rhizome et si l'on passe ensuite la coupe dans une solution de sulfate de peroxyde de fer, on peut constater sur les faisceaux hypodermiques une coloration d'un noir d'encre

très intense, tandis que le tissu des secteurs n'est coloré que très faiblement et que le parenchyme de l'écorce reste tout à fait incolore. On peut conclure de cette expérience que l'ascension de la solution de tannin dans le rhizome s'est effectuée par les faisceaux hypodermiques, et que, par suite, ils ont un rôle éminemment conducteur. La même expérience montre que le parenchyme médullaire possède aussi à un très haut degré la propriété de conduire les liquides.

Dans toutes les coupes que j'ai faites sur les rhizomes des Mousses de France, j'ai toujours trouvé chacun des faisceaux hypo-

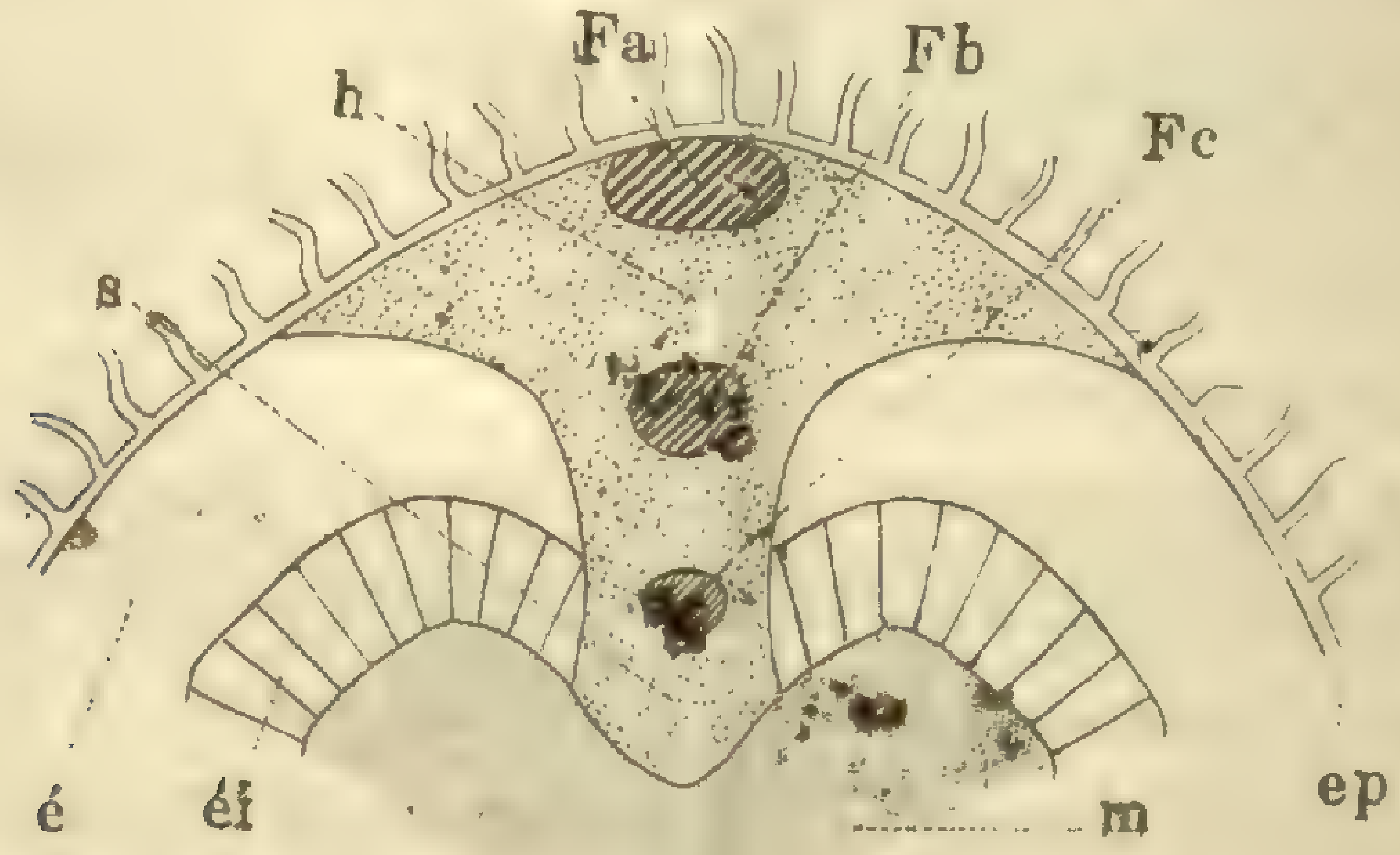


Fig. 43. — Coupe transversale théorique du rhizome de *Dawsonia superba*: *ep*, épiderme avec poils absorbants; *e*, écorce externe; *ei*, écorce interne; *m*, cordon médullaire central; *h*, secteur hypodermique; *s*, secteur péricyclique; F, faisceaux ou traces des écailles; F*c*, le plus jeune encore peu différencié; F*a*, le plus ancien en contact avec l'épiderme et sur le point de sortir de la tige; F*b*, faisceau plus âgé que F*c* et plus jeune que F*a*.

dermiques en contact direct avec l'épiderme et j'aurais été tenté d'en conclure que la différenciation des cellules du secteur hypodermique ne s'opérait qu'à la périphérie de la tige. Mais l'étude d'une Mousse exotique, *Dawsonia superba* de la Nouvelle-Zélande, m'a permis de constater au milieu du parenchyme de chaque secteur hypodermique jusqu'à trois faisceaux alignés suivant le rayon qui aboutit à chaque arête de la tige. Le plus externe (*fa*, fig. 43), logé sous l'épiderme, est le plus différencié des trois : ses parois cellulaires y sont très épaisses et fortement lignifiées. Il a acquis sa constitution définitive avant de pénétrer dans la nervure d'une écaille. Le faisceau médian (*fb*, fig. 43)

comprend des éléments moins arrondis et moins réguliers; leur nombre est plus restreint, leurs membranes sont moins épaisses et la lignification n'y a pas atteint son maximum d'intensité, si l'on en juge par la couleur moins sombre des parois. Enfin le faisceau le plus interne (*fc*, fig. 43) offre un très petit nombre de cellules irrégulièrement polygonales et plus petites, dont les parois sont peu épaisses et moins lignifiées que dans le faisceau médian. La lignification, qui se traduit par une teinte brune, de plus en plus sombre quand on marche du plus interne au plus externe de ces faisceaux, les rend pour ainsi dire saillants au milieu du collenchyme environnant. Un fait important à noter c'est que le faisceau le plus interne se trouve ici presque au centre du secteur péricyclique, lequel, ainsi que nous l'avons vu dans l'étude du rhizome, communique largement avec le secteur hypodermique. L'importance de cette position du plus jeune des faisceaux est facile à apprécier : c'est une preuve que les tissus renfermés dans un secteur hypodermique et dans le secteur péricyclique correspondant sont de même nature puisqu'ils contribuent à la formation des mêmes organes. Quand le faisceau interne *fc* sera devenu le plus externe, il aura augmenté le nombre de ses éléments, et il ne pourra le faire qu'en s'adjoignant un certain nombre de cellules du secteur hypodermique qui se différencieront à cette fin.

L'origine des faisceaux hypodermiques se trouve dès lors expliquée. La coupe du rhizome de *Dawsonia* montre clairement que leurs premiers éléments naissent par différenciation des cellules du secteur péricyclique, c'est-à-dire que les faisceaux sont d'origine interne.

Résumons les résultats des observations qui précèdent :

1° *Il existe dans la tige souterraine des Mousses trois faisceaux ou trois groupes de faisceaux situés sur trois rayons de la tige faisant entre eux des angles égaux.*

2° *Ces faisceaux sont formés par différenciation des cellules du secteur péricyclique, puis des éléments du secteur hypodermique.*

3° *La différenciation, manifestée par l'épaississement et la li-*

gnification des parois cellulaires, est de plus en plus considérable à mesure que le faisceau se rapproche de l'épiderme.

§ III. — Étude des écailles.

Ces organes foliacés se montrent aussi bien sur la région basilaire de la tige aérienne que sur la tige souterraine; dans l'un et l'autre de ces membres, elles jouent un rôle protecteur.

Si l'on détache de la base d'une tige aérienne une des écailles qui l'engainent, et qu'on la regarde par transparence, on observe que sa coloration générale est brune; que la largeur du limbe est un peu plus grande vers la partie moyenne qu'au point

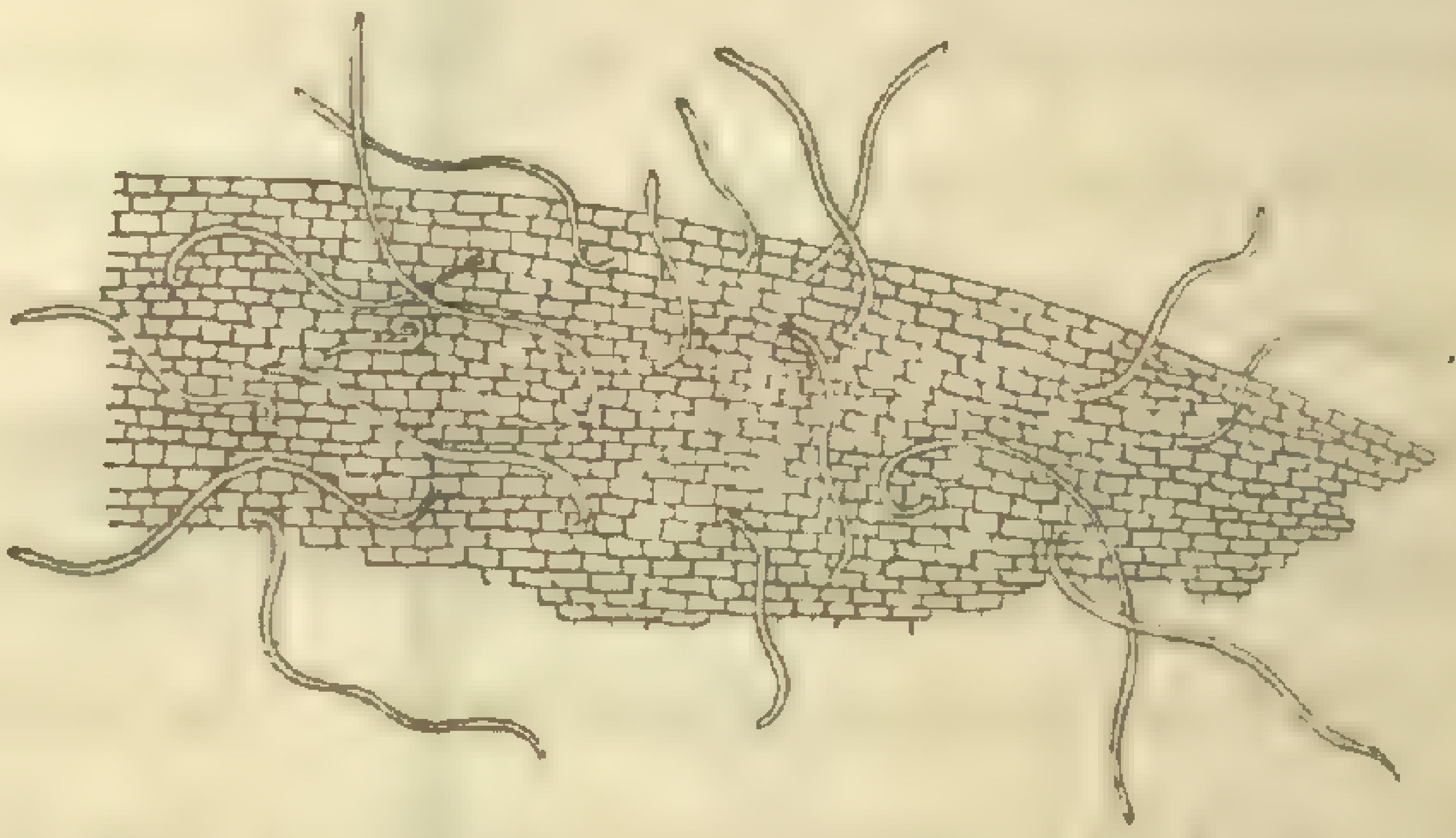


Fig. 44. — Forme de l'écaille de *Polytrichum juniperinum*. — Fig. 45. Lambeau d'écaille vu par transparence: un grand nombre de cellules se prolongent en poils sur la face externe.

d'insertion, et que sa longueur atteint à peine le quart de celle la feuille. Si on l'examine sur la tige sans la détacher, on voit que son limbe reste constamment appliqué sur la tige et qu'elle est engainante dans toute son étendue tandis que le limbe de la feuille est incliné de façon à faire avec l'axe un angle d'environ 90 degrés. A son extrémité supérieure le limbe se rétrécit et se termine en une pointe, ou acumen, qui ne contient plus qu'un reste de la nervure (fig. 44).

En examinant à un faible grossissement un lambeau d'une écaille, on voit que le tissu du limbe se compose de cellules rectangulaires, à parois colorées en brun, disposées en files longitudinales et parallèles (fig. 45). D'un grand nombre de ces cellules on voit sortir de petits poils à fin diamètre, terminés en pointe et dirigés dans tous les sens. J'ai déjà eu l'occasion de dire, en

étudiant les passages du rhizome à la tige feuillée, que les poils absorbants, si nombreux sur l'épiderme de la tige souterraine, deviennent rares sur les cellules épidermiques de la tige aérienne et se tiennent alors sur la face externe des écailles. C'est qu'en effet, les coupes longitudinales qui passent par la base de la tige aérienne montrent que le limbe de l'écaille est en continuité avec le tissu épidermique, en sorte que l'écaille joue le rôle d'un second épiderme ; la présence des poils sur sa face externe n'est pas une raison pour qu'on lui refuse ce rôle. Les poils n'ont pas de forme déterminée ; ils sont rarement simples et souvent ramifiés.

Une coupe transversale du limbe (fig. 46) nous montre qu'il

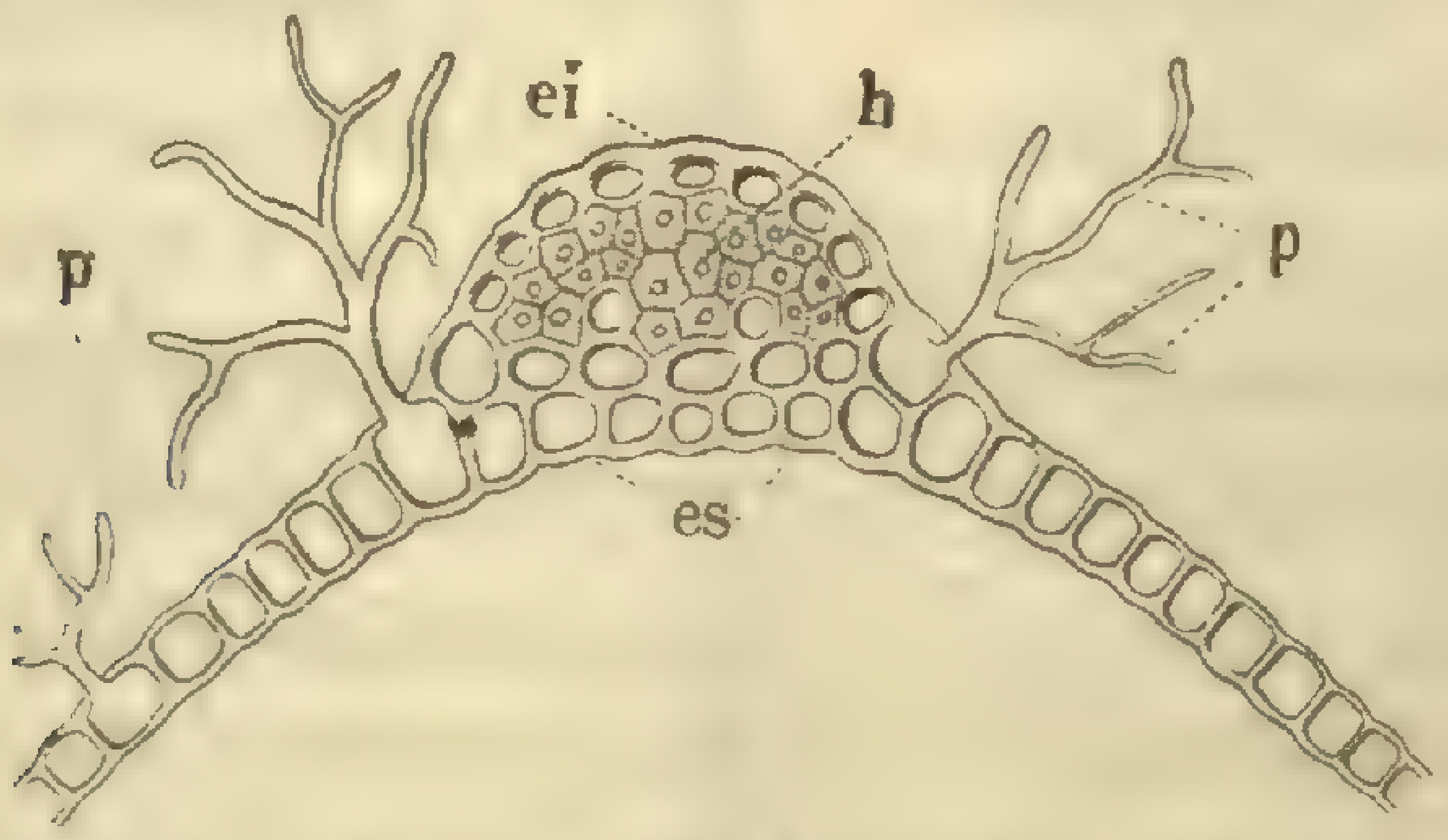


Fig. 46. — Coupe transversale d'une écaille de *Polytrichum juniperinum*, montrant un limbe d'une seule assise de cellules dont quelques-unes se prolongent en poils *p*, et une nervure médiane; *ei*, épiderme externe; *s*, épiderme interne; *h*, tissu hypodermique.

est formé de trois parties : une partie médiane ou nervure s'étendant depuis le point d'insertion jusqu'à l'extrémité de l'acumen, et deux parties latérales qui se rétrécissent vers les deux tiers de la longueur et disparaissent dans la région de l'acumen.

Les deux portions latérales du limbe ne comprennent qu'une seule épaisseur de cellules à section carrée, dans lesquelles j'ai rencontré des grains de chlorophylle. En coupe longitudinale ces cellules sont rectangulaires, et, dans un grand nombre d'entre elles, la paroi externe se prolonge sous la forme d'un poil absorbant.

La structure de la nervure n'est pas aussi simple ; on y distingue en effet quatre tissus consécutifs : 1° une couche épidermique externe ; 2° une zone hypodermique ; 3° un faisceau, prolonge-

ment de l'un des trois faisceaux hypodermiques du rhizome ; 4° enfin une couche épidermique interne.

L'épiderme externe comprend environ une douzaine de cellules à paroi externe très épaissie et dont la lumière est peu étendue. Elles sont assez semblables aux cellules épidermiques de la tige souterraine.

La zone hypodermique est composée d'éléments, à parois fortement épaissies et lignifiées, semblables aux cellules hypodermiques de la tige. Cette zone est unique et remplit entièrement l'intervalle compris entre les faisceaux et la couche épidermique externe. C'est à la fois un tissu de soutien et un tissu conjonctif.

Sur la coupe transversale le faisceau présente, comme toute la nervure de l'écaille, une symétrie bilatérale très marquée. La figure 8 montre qu'il se compose de deux rangées de cellules : une rangée interne adjacente à l'épiderme interne et comprenant cinq ou six éléments ; une rangée externe d'un petit nombre de cellules adjacentes à celles de la rangée interne et entourées de tous les autres côtés par le tissu hypodermique.

Les éléments du faisceau sont peu différents les uns des autres. Ce sont des cellules allongées en forme de tibia, dont le contenu est assez réfringent dans le voisinage du contact de deux cellules consécutives, si on les examine en coupe longitudinale. Toutefois je n'en ai point trouvé d'aussi caractéristiques que celles qu'on observe dans la nervure de la feuille.

Enfin la couche épidermique interne est formée d'une seule assise de cellules moins allongées que les précédentes et dont la section longitudinale est rectangulaire. On y observe de la chlorophylle comme dans le limbe, et les parois cellulaires sont moins épaisses que dans l'épiderme externe. Les deux assises épidermiques vont se rejoindre de part et d'autre du plan de symétrie de l'écaille de manière que deux cellules extrêmes des deux épidermes sont adjacentes à une cellule du limbe la plus rapprochée de la nervure. On ne trouve jamais, dans l'écaille, de formation rappelant les lames chlorophylliennes de la feuille.

Nous pouvons résumer dans le tableau suivant les caractères comparés des écailles et des feuilles.

ÉCAILLES.	FEUILLES.
— Couleur toujours brune.	— Couleur toujours verte.
— Longueur égale à trois ou quatre fois le diamètre de la tige.	— Longueur égalant un grand nombre de fois le diamètre de la tige.
— Position toujours engainante.	— Position toujours écartée de la tige.
— Tissu hypodermique aggloméré en une seule masse du côté externe du faisceau.	— Tissu hypodermique divisé en deux lames, l'une extérieure, l'autre intérieure par rapport au faisceau.
— Faisceau composé d'un petit nombre d'éléments.	— Faisceau très développé composé d'un grand nombre d'éléments.
— Limbe formé d'une seule épaisseur de cellules.	— Limbe formé de deux épaisseurs de cellules sauf dans la région marginale.
— Pas de lames chlorophylliennes sur le limbe.	— Limbe portant sur sa face interne un grand nombre de lames chlorophylliennes.

CHAPITRE III

PASSAGES DE LA PARTIE SOUTERRAINE A LA PARTIE AÉRIENNE

Avant de commencer l'étude des passages de la tige souterraine à la tige aérienne, il ne sera pas inutile de résumer parallèlement les principaux caractères de ces deux tiges.

TIGE SOUTERRAINE.	TIGE AÉRIENNE.
Épiderme pourvu de poils absorbants.	Épiderme sans poils absorbants.
Trois secteurs hypodermiques situés en face des arêtes de la tige.	Hypoderme formant une ceinture continue autour de l'écorce.
Écorce interrompue en trois régions correspondant aux secteurs hypodermiques; rangée interne différenciée.	Parenchyme chlorophyllien continu et de structure sensiblement uniforme.
Trois secteurs péricycliques faisant face aux arêtes de la tige.	Zone péricyclique formant un cercle continu autour de la moelle.
Moelle très développée de structure sensiblement uniforme.	Moelle très réduite, séparable en deux régions, l'une centrale, l'autre périphérique.

Choisissons maintenant, parmi les jeunes pousses qui naissent d'un rhizome de *Polytrichum juniperinum*, celles qui ne sont pas encore sorties du sol. On les reconnaîtra facilement à leur coloration d'un jaune brun et à leur sommet végétatif d'une blancheur remarquable. Une coupe transversale pratiquée sur une de ces pousses présente les caractères généraux de la tige souterraine, sauf quelques modifications. On y remarque la présence des écailles, dont la nervure est constituée en grande partie par un faisceau hypodermique, et dont le limbe, d'une seule épaisseur de cellules, est appliqué sur la tige de manière à remplacer la couche épidermique. Cette modification en appelle une autre : les poils absorbants, que nous avons vus se répartir sur toute la

surface du rhizome, deviennent de plus en plus rares sur l'épiderme de la tige aérienne et on ne les retrouve plus qu'à la face externe des écailles, surtout le long de la nervure. Enfin le parenchyme médullaire, toujours largement développé, présente au voisinage de l'axe quelques files de cellules nées par cloisonnements parallèles d'une cellule primitive unique, et dont les parois externes sont très épaisses et fortement lignifiées, tandis que les parois internes parallèles sont minces et cellulosiques. Ainsi, tant que la tige n'est pas sortie du sol, elle conserve la structure de la tige souterraine et ses modifications ne portent que sur l'épiderme et le centre du parenchyme médullaire.

Considérons ensuite une jeune pousse sortie du sol, et sur le point de se développer en feuilles.

Une coupe transversale pratiquée dans sa partie souterraine ne nous apprend rien de nouveau ; elle se montre, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, identique à la coupe d'une pousse exclusivement souterraine.

D'autre part si l'on fait une autre coupe dans la région voisine du point végétatif on obtient le plan général de structure de la tige aérienne feuillée.

C'est la région voisine du point de sortie du sol qui va nous offrir les transformations conduisant de l'une des organisations à l'autre.

En effet, en faisant des coupes successives de plus en plus rapprochées du sommet de la même pousse, on observera, dans la disposition des tissus, les modifications suivantes :

La première donnera le plan de la tige souterraine avec le parenchyme médullaire (*m*, fig. 47), les secteurs péricycliques (*s*), les trois secteurs hypodermiques (*h*), et les trois régions (*e*), du parenchyme cortical.

Une des coupes suivantes (fig. 48), offre déjà des transformations importantes. Chacun des secteurs hypodermiques (*h*) élargit sa base, qui empiète de plus en plus sur les deux faces voisines et semble glisser sous la couche épidermique, tandis que son sommet, primitivement en continuité avec le secteur péricyclique correspondant, s'en est séparé et s'est rapproché de l'épi-

derme, en sorte que le secteur hypodermique semble s'aplatir en se raccourcissant dans le sens radial et en s'allongeant dans le sens tangentiel.

En même temps, chacun des secteurs péricycliques (*s*) perd de plus en plus sa forme circulaire, rapproche son bord interne de son centre, empiète de plus en plus sur la périphérie de la moelle et semble glisser entre celle-ci et la rangée interne des grandes cellules de l'écorce, en sorte que le secteur péricyclique semble s'aplatir dans le sens radial et s'allonger dans le sens tangentiel.

Ces deux transformations en appellent une autre : le paren-

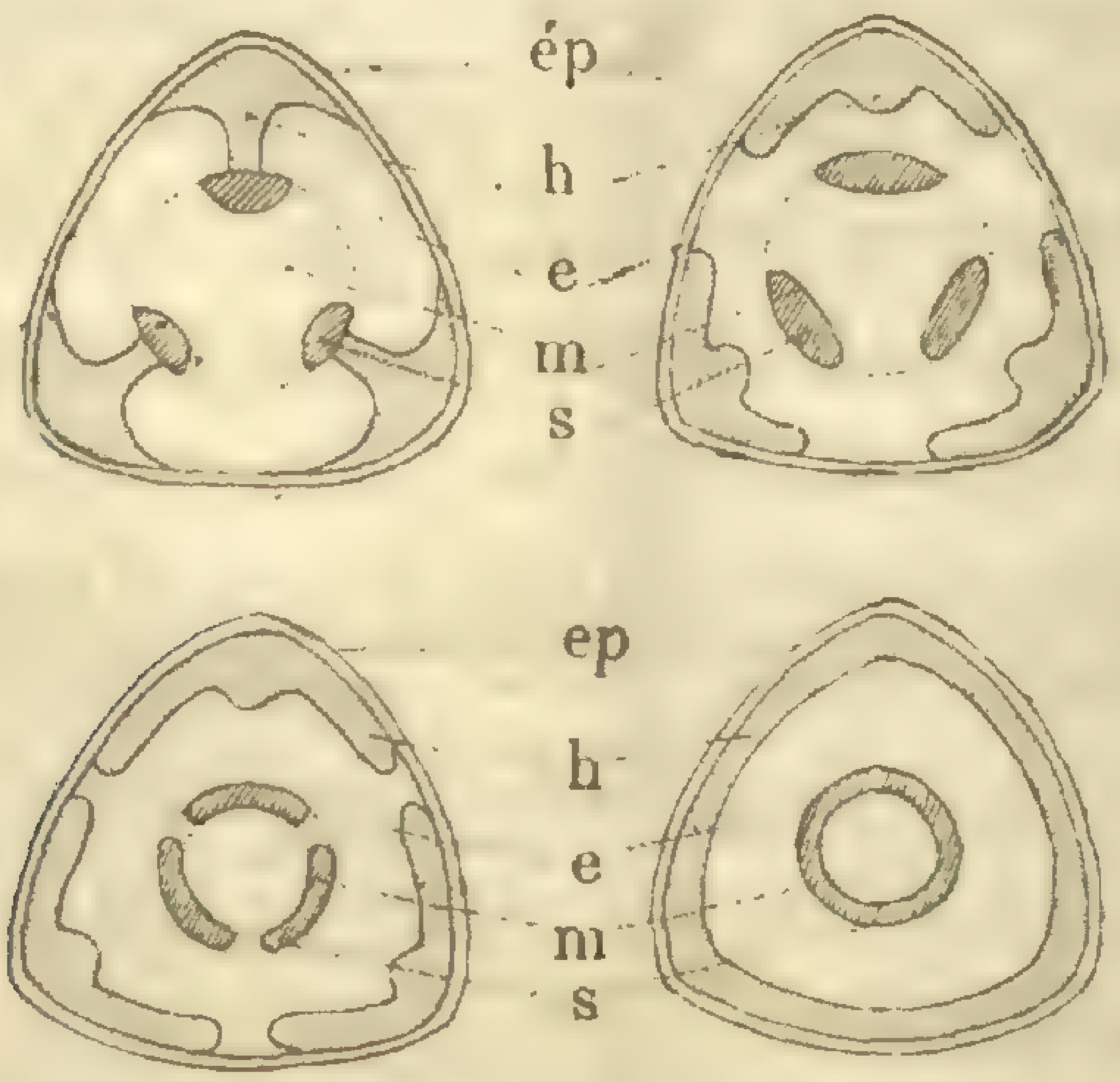


Fig. 47 à 50. — Coupes transversales théoriques de la tige de *Polytrichum juniperinum* dans la région de passage du rhizome à la tige aérienne. — *ep*, épiderme ; *h*, hypoderme et secteur hypodermique ; *e*, écorce ; *s*, secteur péricyclique et zone péricyclique ; *m*, cordon médullaire central.

chyme de l'écorce (*e*) qui, dans la tige souterraine, était largement en contact d'une part avec le cordon médullaire central et d'autre part avec l'épiderme, ne touche plus à ces deux tissus qu'en deux régions assez limitées, parallèles aux faces de la tige. En revanche, l'écorce a envahi, en face de chaque arête, l'espace laissé libre par le retrait du secteur hypodermique, et elle passe maintenant entre ce secteur et le secteur péricyclique, de manière à entourer complètement le cylindre central. On constate que les cellules de la rangée interne diminuent leur calibre et que le parenchyme cortical tend à devenir plus uniformément polygonal.

Plus haut, la figure 49 indique que les modifications précé-

dentes vont en s'accentuant. Les traînées hypodermiques (h), se sont allongées de plus en plus et sont sur le point de joindre leurs extrémités. Par une marche analogue les secteurs péricycliques entourent de plus en plus le cordon médullaire, lequel ne touche plus à l'écorce qu'en trois points de peu d'étendue. On constate dans la région médullaire centrale quelques cellules plus grandes que les autres et associées par files à parois externes très épaisses et très lignifiées.

Nous sommes déjà bien rapprochés de la structure de la tige aérienne. Les coupes suivantes vont l'offrir exactement.

La figure 50 est la coupe théorique d'une région de la tige où les traînées hypodermiques ont fini par joindre leurs extrémités, en formant une zone fermée enveloppant complètement l'écorce et la séparant de la couche épidermique : la zone hypodermique (h) de la tige aérienne est dès lors constituée. De même les secteurs péricycliques, en se répandant autour du cordon médullaire, ont raccordé leurs extrémités et forment une ceinture qui le sépare complètement de l'écorce : c'est la zone péricyclique.

La moelle est maintenant différenciée en deux régions, l'une centrale à grands éléments associés par files, l'autre périphérique adjacente à la zone péricyclique et composée de petites cellules à parois peu épaisses, et se colorant fortement en bleu sous l'action combinée du rouge congo et de l'acide phosphorique. Constatons que le parenchyme médullaire est très réduit par rapport à l'étendue générale de la tige. Au contraire l'écorce a de beaucoup augmenté sa puissance, et ses cellules, uniformément polygonales, contiennent de la chlorophylle. Enfin l'épiderme ne porte plus de poils absorbants.

Une dernière différenciation s'opère dans les coupes suivantes : la zone péricyclique modifie ses éléments de manière à former deux assises internes qui paraissent toujours gorgées de matières amylacées et une assise externe, d'apparence plus claire, que les réactifs colorent fortement.

La tige aérienne est définitivement constituée.

J'ai étudié les passages du rhizome à la tige aérienne dans

tous les types qui m'avaient présenté une tige souterraine de structure bien caractéristique. Cette étude m'a confirmé les résultats observés sur le type *Polytrichum*. Ainsi dans les genres *Polytrichum*, *Pogonatum*, *Polytrichadelphus*, *Dawsonia*, les différenciations sont à peu près identiques. Dans *Catharinea dendroides* elles sont encore plus nettement accusées, et l'on pourrait à la rigueur se passer de faire agir les réactifs sur les coupes.

De l'étude des divers passages de la tige souterraine à la tige aérienne, nous pouvons donc tirer les conclusions suivantes :

1° La tige des Mousses pourvues d'un rhizome est limitée par un véritable épiderme, caractérisé pendant la vie souterraine par la présence de poils absorbants et pendant la vie aérienne par l'existence d'une cuticule externe et par la cutinisation intense des parois cellulaires.

2° La zone hypodermique de la tige aérienne correspond aux trois secteurs hypodermiques de la tige souterraine.

3° La zone péricyclique de la tige aérienne correspond aux trois secteurs péricycliques de la tige souterraine.

4° A mesure que, dans l'examen de la tige, on passe de la partie souterraine à la partie aérienne, on voit que le parenchyme de l'écorce devient de plus en plus uniforme et acquiert de plus en plus d'extension, tandis qu'inversement le parenchyme médullaire différencie les éléments les plus voisins de l'axe et réduit de plus en plus son étendue.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX

DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS D'AVRIL 1890 A JUIN 1891 (*Suite*).

Lorsque le protoplasma n'est pas entouré d'une membrane, comme cela a lieu, par exemple, pour les plasmodies de Myxomycètes, on sait que tout corps étranger tombant à la surface de ce protoplasme se trouve englobé. M. Pfeffer (1) a fait une étude minutieuse du mécanisme par lequel les plasmodies absorbent ainsi, puis rejettent ces corps qui viennent à leur contact. Ainsi le *Chondrioderma difforme*, que M. Pfeffer a spécialement observé, s'empare de tous les corps insolubles, et même des Pleurocoques et des Diatomées qu'il rencontre en s'avançant sur le substratum. Or cette absorption, d'après M. Pfeffer, n'est pas due à une excitation chimique particulière, comme on tend à le croire, non plus qu'à une excitation de contact. Les corps solides pénètrent tout simplement par compression, soit par leur propre poids, soit parce qu'ils s'opposent à la progression de la plasmodie. L'ouverture produite se referme aussitôt après la passage du corps.

Après avoir traversé l'hyaloplasma, les substances, du moins celles qui sont indifférentes ou solides, passent dans le plasma granuleux et de là dans les vacuoles. Elles n'y séjournent que pendant un temps assez court, ne dépassant guère quatre jours, après lequel elles sont expulsées. L'expulsion a lieu pendant que la plasmodie se meut et change de forme; comme l'absorption, elle est due sans doute à la résistance mécanique que les corps opposent aux plasmodies.

Lorsque la cellule est pourvue d'une membrane, M. Pfeffer a constaté (poils radicaux du *Trianea bogotensis* et épiderme de la tige de *Vicia Faba*) que, comme précédemment, les substances insolubles passent avec la plus grande facilité du protoplasme dans les vacuoles, et inversement.

Notons encore qu'au cours de ses recherches l'auteur a eu, à plusieurs reprises, l'occasion d'observer des formations artificielles de vacuoles. On les voit apparaître autour des particules solides introduites dans la plasmodie. Ces vacuoles ressemblent tout à fait aux vacuoles normales, elles se divisent, ou se réunissent; quelquefois même, elles présentent de faibles pulsations.

1) Pfeffer : *Ueber Aufnahme und Ausgabe ungelöster Korper* (Abhandl. der math. phys. Cl. der Sachs. Gesellsch. der Wissenschaften, 1890). — *Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen nebst Bemerkungen ueber der Aggregatzustand der Protoplasmas und über osmotische Vorgänge* (id.).

D'après Pfeffer, les enveloppes plasmiques, c'est-à-dire les assises externe et interne du cytoplasme ne se forment pas par multiplication des enveloppes primitives, mais sont produites par le cytoplasme vivant. M. Pfeffer combat vivement sous ce rapport l'opinion de M. de Vries et de M. Went qui admettent, au contraire, la formation par multiplication.

Dans ses études plasmolytiques sur la paroi vacuolaire, M. de Vries a montré que cette paroi possède contre les différents agents tels qu'anesthésiques, substances plasmolysantes, etc., une résistance plus grande que les autres parties du protoplasme. Toutefois les effets produits dans la cellule par la plasmolyse peuvent varier avec les différentes cellules; dans les unes par exemple on trouve le cytoplasme normalement contracté, dans d'autres, au contraire, la vacuole seule a subi la contraction. M. E. Verschaffelt (1) pense que cette résistance différente tient à l'état de la cellule; le protoplasme pariétal meurt d'autant plus rapidement que cette cellule est dans des conditions moins favorables de vitalité, et la vacuole seule subit alors la contraction. L'action des substances plasmolysantes peut ainsi renseigner sur le point de savoir si une cellule déterminée est, ou non, dans un état maladif. Par exemple, pour s'assurer que des températures relativement basses peuvent être supportées par certaines plantes de nos climats, M. Verschaffelt fit geler quelques-unes de leurs cellules qui se laissèrent encore plasmolyser quand le dégel avait été lent, tandis que dans celles rapidement dégelées, la paroi vacuolaire parvint seule à se contracter.

Les recherches sur l'irritabilité du protoplasme végétal sont, comme on sait, particulièrement faciles avec les tubes sporangifères de la mucorinée *Phycomyces nitens*; ces tubes sont, en effet, d'une sensibilité extrême à la lumière, à la pesanteur. M. Elfving (2) en a profité pour étudier l'action physiologique que quelques corps exercent à distance sur les plantes.

Si l'on dispose verticalement au-dessus d'une culture vigoureuse de *Phycomyces* une plaque de fer et qu'on place le tout à l'obscurité, on constate au bout de quelques heures que les tubes jeunes, au lieu de pousser verticalement, comme ils le font d'ordinaire, se courbent tous vers le fer; l'attraction se manifeste à une distance de quelques centimètres. Le résultat est le même avec le fer de fonte, le fer battu et l'acier; quant à la nature du métal elle est sans importance, et l'attraction est également manifeste avec du fer poli, limé ou un peu rouillé. Par contre, le zinc et l'aluminium agissent peu; le platine, l'or, le cuivre, le plomb, l'étain, le nickel, le laiton, etc., sont sans action.

M. Elfving a recherché la cause de cette attraction particulière qu'exercent le fer et l'acier. Il ne peut malheureusement la préciser, mais il s'est assuré toutefois que le magnétisme ne joue aucun rôle, car un bâton de

(1) E. Verschaffelt : *Over Weerstandvermogen van het protoplasma tegenover plasmolyseerende Stoffen* (avec un résumé français) (Bulletin botanique de la Société Dodonœa, à Gand).

(2) Fr. Elfving : *Sur une action directrice qu'exercent certains corps sur les tubes sporangifères de Phycomyces nitens* (Annales de l'Institut Pasteur, 1890).

nickel, assez fortement magnétique, ne détermine pas la moindre courbure. Il ne s'agit pas non plus d'un effet des rayons lumineux ou calorifiques, car le phénomène a lieu encore avec des plaques de fer restées un an à l'obscurité et à la température ordinaire. Enfin l'électricité n'a également aucune part dans cette action, car le fer occupe une place peu caractéristique dans la série électrique. On doit peut-être admettre une action spéciale du fer.

M. Elfving ajoute qu'il n'a pu retrouver la même propriété dans les combinaisons de ce métal telles que la magnétite, l'hématite, le ferrocyanure de potassium. Mais il l'a constatée avec un certain nombre d'autres corps : cire à cacheter, colophane, papier lisse, cire, soie, coton, os, laine, linge, caoutchouc, bois, soufre, etc. Dans tous les cas, les corps doivent être bien secs. Des êtres vivants, tels que les racines vigoureuses de Pois, de Haricot, de Lupin, de Ricin en germination produisent, comme le fer, des courbures chez les tubes de Phycomyces.

Enfin ces tubes exercent eux-mêmes sur leurs voisins une influence de même nature, mais dans un sens opposé ; il y a entre eux répulsion faible. Les tubes qui occupent les bords de la culture présentent, en particulier, une courbure forte vers le dehors, surtout si on élimine l'influence directrice de la pesanteur et de la lumière.

On serait tenté de croire que ces derniers fuient les produits de respiration de leurs voisins et cherchent de l'air ; il n'en est rien, car le phénomène s'observe encore quand on fait passer à travers la culture un courant d'air assez fort pour chasser ces produits.

2° *Physiologie des tissus et des organes.*

Après avoir successivement émis plusieurs théories sur les causes de l'ascension de l'eau dans les plantes, M. Bœhm (1) a définitivement admis que la force agissant essentiellement est la capillarité; et nous avons, l'année dernière, résumé les travaux de M. Bœhm sur ce sujet. De nouvelles expériences faites par l'auteur lui paraissent confirmer cette manière de voir.

M. Bœhm fait avant tout remarquer que, en expliquant l'absorption et l'ascension de l'eau par la capillarité, on comprend pourquoi, dans une terre humide, les racines prennent presque autant d'eau que les feuilles en évaporent.

Les capillaires de la plante et les capillaires de la terre forment, en effet, un système continu grâce auquel l'eau, au fur et à mesure de son évaporation, est amenée jusqu'aux feuilles.

(1) Bœhm : *Umehrung des aufsteigenden Saftstromes* (Berichte der deutsche bot. Gesellschaft, décembre 1890). — Outre le travail que nous avons analysé dans la revue de l'année dernière, nous pouvons citer encore du même auteur, sur le même sujet : *Ursache der Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen* (Verhandlung der k. k. zool. bot. Gesells. in Wien 1890). Nous n'avons pas à analyser ce travail, où, sous une autre forme, sont décrites les mêmes expériences que dans le précédent.

Ceci admis, si, dans une plante poussant en terre sèche, les vaisseaux sont, d'une façon continue, remplis d'eau, cette eau doit alors passer de la plante dans la terre. Or c'est ce que M. Bœhm constate, en réalité, pour l'*Helianthus annuus*. Il coupe la tige d'une de ces plantes à la hauteur du deuxième entre-nœud, et sur la partie du tronc qui reste enracinée, il ajuste un tube en verre rempli d'eau. Cette eau est peu à peu absorbée ; à l'exception d'une petite quantité qui reste dans la tige, elle a donc passé dans la terre desséchée. Ce retournement du courant ne s'explique, d'après M. Bœhm, que parce que les capillaires de la terre forment, comme il le supposait, un système continu avec ceux de la plante. La force qui attire l'eau dans les racines et la fait monter jusqu'aux feuilles est donc bien la capillarité.

Les vaisseaux du bois sont, comme on le sait, la voie principale que suit dans la plante l'eau appelée par la transpiration ; ils ne sont toutefois pas la seule : quoique à un degré moindre, différents autres tissus peuvent remplir le même rôle. M. Bokorny (1) a cherché à déterminer ces derniers. La méthode de l'auteur consiste à faire puiser par la plante une matière soluble dans l'eau et non vénéneuse, qui soit facilement reconnaissable et qui, n'imprégnant pas les tissus végétaux, reste nettement localisée dans les éléments que la solution traverse. La substance qui, sous tous ces rapports lui a paru le mieux convenir est le sulfate de fer, qui, avec le ferrocyanure de potassium, donne un corps bleu insoluble (bleu de Turnull). Une solution de sulfate de fer au 1/10 000 donne encore une réaction sensible, surtout si on ajoute une petite quantité d'acide chlorhydrique.

Les recherches ont été faites, les unes avec des parties de plantes coupées, les autres avec des plantes entières à racines intactes. Parmi les espèces étudiées, nous citerons le *Nicotiana rustica*, le *Pisum sativum*, l'*Humulus Lupulus*, le *Cucurbita Pepo*, le *Sinapis alba*, le *Populus nigra*, l'*Helianthus annuus*, le *Pelargonium zonale*, l'*Alisma Plantago*, l'*Ulmus campestris*, l'*Abies pectinata*, etc.

Dans toutes ces plantes, le sulfate de fer pénètre très rapidement ; on le trouve, au bout de peu de temps, dans des tissus très éloignés du point d'entrée. Il se trouve en abondance, comme on pouvait s'y attendre, à l'intérieur des vaisseaux, mais M. Bokorny constate en outre qu'il remplit les parois de ces vaisseaux qui sont donc également des voies conductrices. Il en est de même pour les trachéides des conifères. Pour les fibres et les cellules du bois, il est, en général, plus difficile de se prononcer, car on trouve rarement ces éléments isolés. La structure particulière du Houblon permet cependant heureusement de résoudre la question. Les fibres en effet, dans

(1) Bokorny : *Die Wege des Transpirationstromes in der Pflanze* (Jahrbücher für wissenschaft. Botanik, 1890-21). — *Weitere Mittheilung über die Wasserleitenden Gewebe* (id). — *Ueber den Nachweiss des Transpirationstromes in den Pflanzen* (Berichte der deutsch. bot. Gesellsch. fév. 1891). Nous croyons devoir signaler en même temps l'analyse critique de ces expériences faite par M. Kohl in *Bot. Cent.* (1890-32-33) et la réponse de M. Bokorny (*Bot. Zeit*, août 1890) à quelques objections de M. Kienitz-Gerloff parues dans le *Bot. Zeit.* (Juin 1890).

ce cas particulier, sont groupées en faisceaux que des cellules du parenchyme séparent des vaisseaux. Or fibres et vaisseaux sont alors imprégnés de fer, tandis que les cellules en sont dépourvues. Les fibres du bois peuvent donc, d'après M. Bokorny, servir par leurs parois à conduire l'eau ; les cellules en sont, au contraire, incapables. Les parois des cellules du sclérenchyme et du collenchyme se comportent comme celles des fibres. D'autre part, il est des cellules lignifiées, celles du cœur du bois, qui ne sont pas conductrices. Quant à la moelle et à l'écorce, elles paraissent ne jouer aucun rôle dans l'ascension de l'eau. L'épiderme n'est conducteur que dans quelques cas particuliers (*Amarantus* et *Myriophyllum proserpinacoïdes* par exemple).

Comme conclusion de ses recherches, M. Bokorny fait remarquer que l'ascension de l'eau par le sclérenchyme et le collenchyme ne s'explique pas par capillarité, et qu'il faut donc, au moins dans certains cas, pour expliquer le phénomène, admettre la théorie de Sachs, c'est-à-dire la montée de l'eau par imbibition.

Les tubes criblés sont, d'autre part, généralement considérés comme les conducteurs propres des substances albuminoïdes et plasmiques. C'est l'opinion commune depuis les travaux de MM. Hartig, Mohl, Nageli et Fischer, et la meilleure preuve donnée est la formation du cal après incision annulaire.

M. Blass (1) apporte cependant quelques réserves à cette théorie. Il reconnaît qu'il y a, sans nul doute, cheminement, dans la plante, des substances azotées, car les lieux d'emploi sont vraisemblablement éloignés des lieux de formation ; mais rien ne prouve, selon lui, que ce cheminement ait lieu dans les tubes criblés. Au contraire, si les tubes criblés servent à conduire le plasma du point de formation au point d'utilisation, on peut s'étonner que ces tubes manquent précisément aux points végétatifs, où les substances azotées sont surtout nécessaires. Et, comme M. Fischer pour les *Cucurbita*, M. Blass n'a jamais pu observer, dans les jeunes pousses de *Syringa*, *Tilia*, *Quercus*, etc., de tubes criblés dans les deux entre-nœuds supérieurs. Il y a donc nécessairement pour les substances azotées un autre mode de cheminement ; ces substances traversent sans doute, par osmose, sous forme soluble, les cellules du parenchyme.

D'ailleurs on n'a pas assez réfléchi, dans la théorie actuelle, à la difficulté de passage que doivent éprouver les matières pour traverser les plaques criblées à pores souvent très petits. En automne, la formation du cal rend tout passage impossible, et, aux autres époques, la compression produite par les cellules voisines provoque une oblitération presque continuelle. Enfin il ne faut pas oublier qu'il y a une grande quantité de matériaux à conduire et que les vaisseaux, si abondants dans le bois, sont peu nombreux dans le liber.

Pour toutes ces raisons, M. Blass restreint le rôle des tubes criblés. Il

(1) J. Blass : *Untersuchungen über die physiologische Bedeutung des Siebtheils der Gefässbundel* (Berichte der deutschen bot. Geselssch. Avril 1890).

pense que, de même que le contenu de l'assise amylacée (endoderme) sert surtout pour l'organisation des cellules voisines, les substances contenues dans les éléments libériens sont exclusivement utilisées par le méristème pour la formation des couches ligneuses.

En fait, l'auteur a constaté que dans les plantes ligneuses les albuminoïdes s'accumulent surtout au voisinage du cambium ; dans les plantes herbacées, où l'activité de ce cambium est peu intense, on ne trouve que peu de tubes criblés, avec un faible contenu plasmique; enfin ce contenu diminue encore chez les plantes aquatiques où le bois est presque nul. Il y a donc un rapport étroit entre le nombre et le contenu des tubes criblés et le développement du bois.

Il est à remarquer encore que les tubes criblés apparaissent en même temps que le bois, et qu'ils sont, en outre, d'autant plus riches en substance qu'ils sont plus voisins de la zone génératrice.

Dernière remarque : lorsqu'on fait sur un tronc une incision annulaire, on voit que le contenu des tubes est le même au-dessus et au-dessous de l'incision; les tubes placés au-dessous devraient cependant se vider s'ils étaient des éléments conducteurs comme on l'admet.

Ce sont donc bien plutôt des lieux de réserve: quant au cal, sa formation a lieu comme celle de tout parenchyme dans les tissus blessés.

En somme les tubes criblés serviraient spécialement d'après M. Blass à la nutrition du cambium et à la formation du bois. Leur rôle se bornerait là.

Lorsqu'une plante se développe à l'abri de la lumière, on sait que feuilles et tige éprouvent dans leur structure et dans leur taille des modifications assez variables suivant l'espèce considérée. Tantôt, par exemple, les feuilles restent nulles, tantôt au contraire elles atteignent à peu près le même développement qu'à la lumière. Les causes de ces modifications ont déjà fait le sujet de nombreux travaux et n'ont cependant jamais été complètement élucidées. M. W. Palladine (1) apporte, à son tour, une explication nouvelle, au moins en partie.

Tout d'abord l'aspect des plantes sans chlorophylle qui, bien que vivant à la lumière, ressemblent aux plantes étiolées, montre que l'obscurité, tout en provoquant l'étiolement, n'exerce pas une influence immédiate. Dans les deux cas, le facteur essentiel qui manque n'est pas la lumière, mais la chlorophylle. L'étiolement doit donc être dû surtout à la modification des processus qui dépendent de cette substance. Ces processus sont, comme on sait, l'assimilation et la transpiration.

Pour l'assimilation, M. Bataline a déjà prouvé que son absence n'est pas la cause de l'allongement de la tige à l'obscurité, non plus que du faible développement des feuilles. Reste donc l'influence possible de la transpiration et c'est sur celle-ci qu'insiste M. Palladine.

On sait que les plantes transpirent plus fortement à la lumière qu'à l'obscurité. Toutefois, d'après M. Palladine, ce qu'il importe de considérer

(1) W. Palladine : *Transpiration als Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen* (Beritche der deutsch. bot. Ges. Janv. 1891).

pour expliquer l'étiolement, c'est moins la faible quantité d'eau transpirée à l'obscurité que la modification du rapport entre la transpiration de la feuille et celle de la tige. Considérons le *Vicia Faba*, par exemple. A la lumière, les feuilles étant vertes, la transpiration a lieu surtout par ces organes qui attirent ainsi sans cesse l'eau de la tige. Celle-ci tend donc continuellement à manquer d'eau ; elle ne développe que de courts entre-nœuds. A l'obscurité, au contraire, où la couleur des feuilles ne peut plus avoir d'action, c'est la tige de la plante étiolée qui, à cause de sa grande surface, présente la transpiration la plus active. Ce sont alors les feuilles qui, à leur tour, manquent d'eau et ne se développent plus.

Chez les plantes sans chlorophylle, il se produit, même à la lumière, à cause de l'absence de matière verte, ce qui n'a lieu chez le *Vicia Faba* qu'à l'obscurité. Cela s'explique par le fait que, quel que soit l'éclairement, les surfaces de transpiration seules sont ici à considérer, et la tige a, sous ce rapport, toujours l'avantage sur les feuilles ; celles-ci restent donc petites, se développant d'autant moins qu'elles contiennent moins de pigments.

Quelques autres exemples cités encore par M. Palladine semblent bien montrer que l'étiolement est dû à ces modifications du rapport de transpiration des différents organes. Ainsi c'est un fait connu que, contrairement à ce qui se passe chez la plupart des Dicotylédones, la surface d'une feuille étiolée de blé est en général plus grande que celle d'une feuille verte. Or remarquons que précisément il n'y a, dans ce cas, aucune tige pouvant attirer l'eau des feuilles. Si la surface est, d'autre part, plus grande qu'à la lumière, c'est parce que la transpiration est moins active.

Dans certaines Dicotylédones, on observe parfois cependant un développement foliaire très grand à l'obscurité ; c'est alors chez les plantes qui, comme la betterave, n'ont, pour ainsi dire, pas de tige.

Considérons, par contre, des Monocotylédones à tige développée comme le *Panicum miliaceum* ; nous voyons que, dans ce cas, les feuilles sont plus petites à l'obscurité qu'à la lumière.

Ainsi, d'après la théorie de M. Palladine, le développement de ces deux organes, tiges et feuilles, serait surtout réglé par l'intensité relative de leur transpiration. Quand les conditions favorisent la transpiration de l'un aux dépens de l'autre, l'accroissement de ce dernier reste faible. De cette manière s'expliqueraient, comme nous l'avons vu plus haut, les modifications variables qu'apporte l'étiolement, suivant la plante considérée.

Parfois, pour les plantes grimpantes, par exemple, il importe de tenir compte dans cette explication, non seulement de la présence ou de l'absence de la tige, mais encore du moment où, sur cette tige, les feuilles atteignent leur grandeur définitive.

Comme confirmation de la relation qu'il peut y avoir entre la transpiration et l'accroissement, l'auteur rappelle les recherches de M. Wiesner. Par ces recherches, il est montré que la transpiration est surtout énergique dans la lumière bleue et violette. Or ce sont ces couleurs qui, en même temps, retardent le plus l'accroissement. La lumière influerait donc principalement sur la croissance en retardant la transpiration ; la périodicité journalière

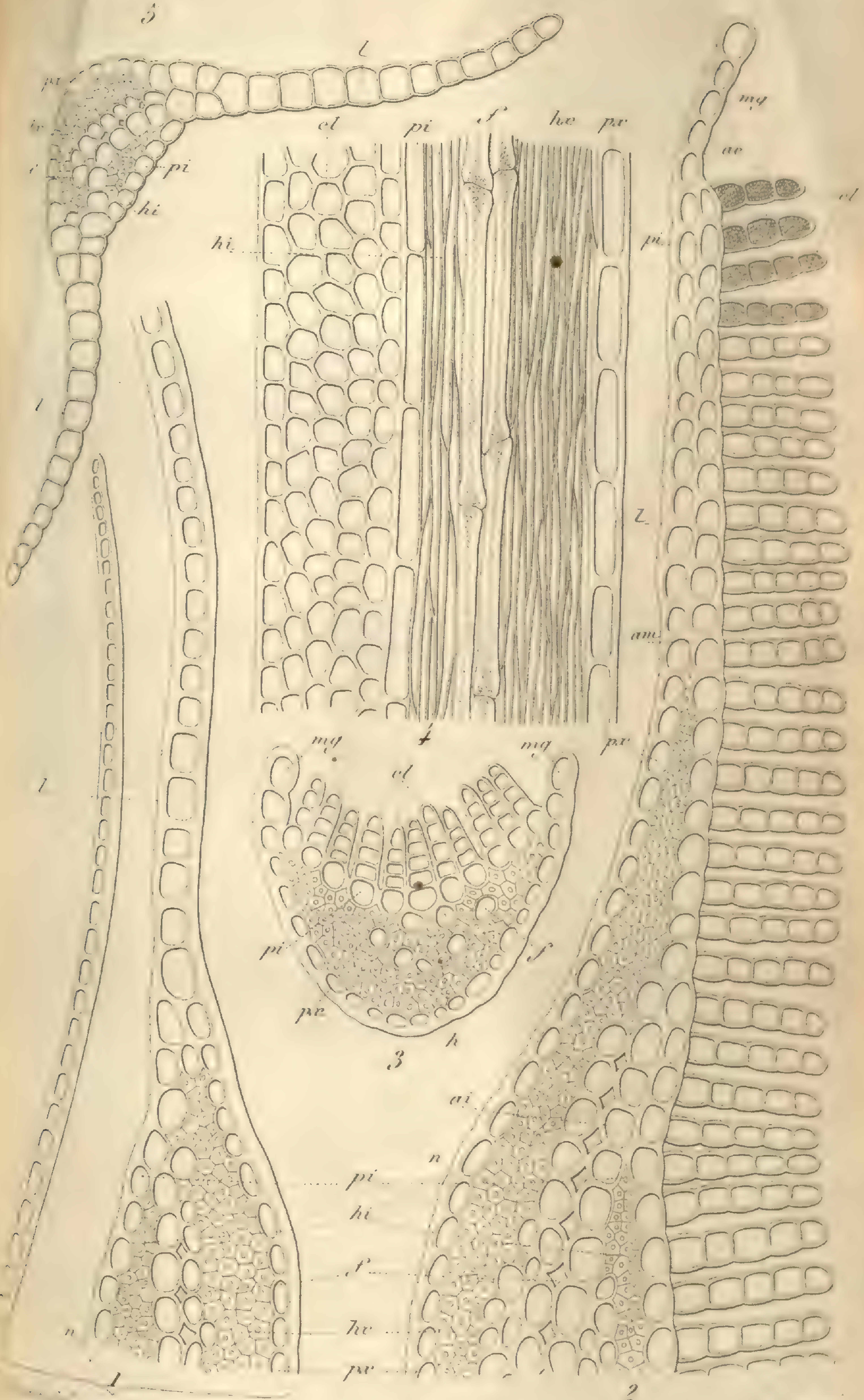
d'accroissement devrait peut-être être considérée alors comme dépendante des variations de transpiration.

A l'appui de tous ces faits, nous pouvons citer encore l'expérience suivante de M. Palladine. Des plantules de *Vicia Faba* étant placées à l'obscurité, on entoure leur tige de caoutchouc. La transpiration de cette tige est ainsi amoindrie, l'eau n'est donc plus enlevée aux feuilles comme précédemment; on constate alors que ces feuilles se développent normalement.

En terminant, M. Palladine fait remarquer que les substances minérales influent, comme l'ont constaté MM. Nobbe et Schimper, sur la forme de la plante. Qu'il nous soit permis de rappeler, à ce propos, que nous-même avons eu l'occasion, non-seulement de signaler le fait (1), mais d'en donner l'explication en montrant que la présence des substances minérales influe sur la quantité d'eau que renferme la plante. Dans le même travail, nous avons attribué, au moins en partie, à la proportion d'eau contenue dans les organes les développements anormaux que prennent ces organes à l'obscurité. C'est, en somme, la conclusion à laquelle arrive aujourd'hui M. Palladine, car il est évident (l'auteur lui-même le laisse entendre d'ailleurs) que la transpiration agit moins par elle-même qu'en produisant, par son accélération ou son ralentissement, une plus ou moins grande turgescence des cellules.

(1) Henri Jumelle : *Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles* (Revue générale de Botanique, 1889). — M. Palladine rappelle que M. Godlewski a constaté que les cotylédons des *Raphanus* sont plus riches en eau dans les plantes vertes que dans les plantes étiolées. Nous avions signalé le même fait pour le Lupin.

(*A suivre.*) HENRI JUMELLE.



Feuille des Mousses.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

CORBEIL. — IMPRIMERIE ÉD. CRÉTÉ

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 septembre 1891

N° 33

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1891

Pages.

I. — UNE NOUVELLE MALADIE DES RAISINS (*AUREOBASIDIUM VITIS*) (avec une planche), par **MM. Pierre Viala et G. Boyer**.. 369

II. — RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES (avec planches et figures dans le texte) (*suite*), par **M. Eugène Bastit**... 373

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET DE CHIMIE VÉGÉTALES, parus d'avril 1890 à juin 1891 (*suite*), par **M. Henri Jumelle**.................................. 389

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 16. — *Aureobasidium Vitis.*

Cette livraison renferme en outre dix gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

UNE
NOUVELLE MALADIE DES RAISINS
(*AUREOBASIDIUM VITIS SP. N.*)

Par Pierre VIALA et G. BOYER

(Planche 16.)

Des phénomènes très particuliers d'altération des grains de raisin, indépendants des parasites actuellement connus, se sont produits, de 1882 à 1885, dans la Bourgogne et ont été constatés, en 1882, dans les vignobles de Thomery.

La maladie s'est développée sur des vignes en treille, principalement sur le Frankenthal et les Chasselas. Elle a causé quelques dégâts en 1882; mais, depuis cette époque, elle n'a eu aucune gravité. M. J. Ricaud, qui a appelé notre attention sur elle, ne l'a observée qu'accidentellement dans ces dernières années.

Cette maladie se développe pendant les années humides, surtout aux mois de septembre et d'octobre, au moment de la véraison ou lorsque les raisins sont presque mûrs.

Les grains présentent d'abord une petite tache sombre sur un point quelconque. Cette tache s'étend et devient livide. Puis, la peau se déprime et s'affaisse sur une région égale au plus au tiers de la surface du grain de raisin qui, mou et juteux, se ride et se dessèche. La partie creusée du raisin est parsemée, avant qu'il soit ridé de petites pustules isolées et d'un blond doré, qui forment de petits bouquets peu consistants, veloutés, d'une hauteur de 120 μ à 200 μ.

Les petits bouquets blonds (pl. 16, fig. 1) sont l'organe fructifère du Champignon qui cause l'altération.

Le mycélium (pl. 16, fig. 1, *c*, *c* et fig. 5), très abondant dans toute la pulpe, jusqu'aux pépins, est très ramifié, cloisonné, à pourtour régulièrement sinueux, à contenu homogène et grumeux. Il est toujours filamenteux, incolore au niveau des pépins, d'un jaune clair vers la peau du raisin; il mesure 1 μ, 8 de diamètre.

Les branches mycéliennes émergent en grand nombre à l'extérieur du raisin, dans des directions réciproques obliques ou parallèles. Elles déchirent l'épiderme et la cuticule qui forment bordure autour des bouquets blonds. Ceux-ci constituent un hyménium filamenteux (fig. 1).

Les basides portées à diverses hauteurs (Pl. 16, fig. 1, *a*, *a*) par les nombreuses branches mycéliennes ramifiées à l'extérieur du raisin forment un ensemble peu consistant et non un stroma dense et continu. Elles sont intercalées à quelques branches mycéliennes stériles (fig. 1, *b*, *b* et fig. 3, A).

La baside termine le filament mycélien. Un seul filament peut porter deux ou trois basides (fig. 2, B et fig. 3, B), formées par ramification dichotomique, ou alternes à diverses hauteurs, et obliques les unes par rapport aux autres.

L'extrémité du tube mycélien, séparée par une cloison, se renfle progressivement (fig. 3). La baside est, par suite, arrondie à son sommet, rétrécie et confondue à sa base avec le mycélium (fig. 1). Elle est remplie par un protoplasme grumeux et vacuolaire d'un jaune brun. Quelques rares basides sont aplaties en forme de raquette. Le diamètre moyen des basides, au sommet est de 5 μ, leur hauteur moyenne jusqu'à la première cloison est de 16 μ.

Sur la surface sphérique du sommet des basides naissent de minuscules stérigmates incolores (fig. 3, C), sortes de pointes visibles à de forts grossissements.

Les spores apparaissent à leur extrémité sous forme de petits boutons blancs (fig. 2, A, B, C). Elles sont au nombre assez constant de 6 (fig. 3, A), parfois de 4 ou de 2 (fig. 3, B), plus

rarement au nombre de 7, 5, 3 (fig. 3, C). Il n'y a pas fixité normale dans le nombre.

Les spores mûres (fig. 1, *a a*; fig. 3 et fig. 4), sont allongées, cylindriques, arrondies à leurs extrémités. Leur face interne est faiblement curviligne et leur base d'insertion est légèrement plus arrondie que leur sommet. Les stérigmates sont insérés un peu sur le côté de la spore, non loin du centre. Les spores ont une longueur moyenne de 6 μ, 5 et un diamètre de 1 μ, 5. Leur membrane est lisse, leur contenu homogène et finement granuleux, leur coloration d'un blond très clair.

Les caractères particuliers de l'hyménium filamenteux, de la disposition des basides, ceux de la forme, de la coloration et de la variation du nombre des spores, nous autorisent à créer, dans le groupe des Hypochnées, un genre pour cette nouvelle espèce parasite (*Aureobasidium*), que nous nommons : *Aureobasidium Vitis*. Il n'a pas été signalé de parasites dans la famille des Hypochnées et les Exobasidiées diffèrent essentiellement de l'*Aureobasidium Vitis*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 16.

Fig. 1. — Hyménium et mycélium de l'*Aureobasidium Vitis*; — *a,a*: basides avec spores à divers états de développement; — *b,b* : sommets de branches mycéliennes stériles ou origines des basides ; — *c,c* : mycélium. — Grossissement : 900.

Fig. 2. — A, B, C : basides jeunes avec spores en voie de formation. — Grossissement : 1.800.

Fig. 3. — A, B, C : basides avec spores et stérigmates à leur complet développement. — Grossissement : 1.800.

Fig. 4. — Spores. — Grossissement : 2.200.

Fig. 5. — Mycélium. — Grossissement : 1.800.

RECHERCHES
ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES
SUR
LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES

Par M. Eugène BASTIT *(Suite).*

DEUXIÈME PARTIE
RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

On sait que les Mousses vivent dans des milieux très divers au point de vue de l'humidité et de l'aération ; les unes se tiennent sur les lieux élevés et secs, d'autres vivent dans des dépressions du sol, où l'air est toujours humide ; d'autres enfin préfèrent se développer dans l'eau.

On a fait des recherches nombreuses et intéressantes de morphologie expérimentale sur les plantes phanérogames placées successivement dans des milieux différents. Il suffit de rappeler les beaux travaux de M. Costantin sur les tiges souterraines et aériennes, sur les racines et les feuilles soumises expérimentalement aux changements de milieu (souterrain, aérien, aquatique).

Il était assez intéressant de rechercher quelles pourraient être les modifications de structure provoquées par un changement de milieu, et comment une Mousse aérienne se comporte-

rait si on la forçait à se développer dans l'eau : ces premières recherches seront exposées dans le chapitre I^er^.

Les milieux ne sont pas moins variables avec les conditions de radiation lumineuse. La direction de la croissance dépend de l'intensité et de la direction des radiations; elle dépend aussi de l'action de la pesanteur; la résultante de ces deux actions est curieuse à connaître. Les recherches qui se rapportent à cette action combinée de la lumière et de la pesanteur seront décrites dans le chapitre II.

Enfin l'état hygrométrique de l'air est variable et ses variations exercent une influence considérable sur certaines Mousses. Un état hygrométrique très faible provoque sur les espèces du genre *Polytrichum* et sur d'autres un état auquel j'ai donné le nom de *sommeil* parce que les fonctions de la plante sont alors considérablement ralenties. Ce phénomène sera étudié dans le chapitre III, et son influence sur les fonctions dans les chapitres IV et V.

CHAPITRE I

INFLUENCE DU MILIEU AQUATIQUE SUR UNE MOUSSE AÉRIENNE

1re *Expérience.* — Le 25 mai 1889, plusieurs touffes de *Polytrichum juniperinum* ont été placées au fond d'un vaste cristallisoir, avec la terre contenant les tiges souterraines. Le vase a été rempli d'eau, dont le niveau surpassait le sommet des tiges d'environ 10 centimètres. On renouvelait l'eau matin et soir pour éviter le développement d'algues sur les touffes. Les plantes recevaient la lumière dans les mêmes conditions qu'à l'état naturel.

Un mois après, toutes les tiges aériennes avaient bruni leurs feuilles et le point végétatif seul avait conservé sa couleur verte. En examinant de profil le fond du vase on voyait sortir de la terre dans l'eau un grand nombre de pousses aquatiques.

Le 10 août suivant toutes les anciennes tiges aériennes avaient péri. Elles furent coupées et enlevées. Les tiges aquatiques avaient élevé leur taille ; elles portaient des feuilles d'un vert assez pâle, paraissant avoir atteint leur développement complet. Un individu complet, détaché de la touffe et débarrassé des parcelles de terre, est représenté dans la figure 51 ; il y a lieu d'étudier les changements provoqués par la vie aquatique d'abord sur la tige, ensuite sur les feuilles.

§ I. — Tige aquatique.

Les modifications subies par la tige se rapportent les unes à la morphologie externe, les autres à l'anatomie.

1° *Modifications morphologiques.* — La plus évidente des modifications est relative à la taille des tiges. En effet, tandis que les pousses aériennes atteignent avant de donner des feuilles une

hauteur de 3 centimètres et que leur taille définitive dépasse le double, les tiges aquatiques ne dépassent pas 2 centimètres.

La seconde modification porte sur la direction de la croissance. Les tiges aériennes sont toujours régulièrement rectilignes; les tiges aquatiques sont au contraire toujours sinueuses, tout en conservant une position verticale au-dessus du rhizome.

Enfin la tige aérienne ne porte des feuilles que dans la moitié supérieure de sa longueur, tandis que l'on trouve des feuilles sur toute la longueur de la tige aquatique.

Fig. 51 et 52. — Culture dans l'eau du *Polytrichum juniperinum*. L'éclairage est naturel. En A la tige aérienne *v* est placée dans sa position naturelle; en B elle est renversée; *r*, rhizome ; *n*, *n*, nouvelles tiges feuillées.

En résumé les modifications morphologiques sont relatives :

1° A la faible taille des tiges;

2° A leur direction sinueuse;

3° A la disposition des feuilles.

2° *Modifications anatomiques.* — Examinons maintenant une coupe transversale pratiquée sur une tige aquatique. Rien n'est changé dans la disposition des tissus de la tige, sauf en ce qui concerne la couche épidermique. On peut seulement remarquer

que la lignification des éléments de la moelle et la subérification des cellules hypodermiques sont plus faibles que dans la tige aérienne. Mais l'épiderme s'est profondément transformé (fig. 5, pl. 12), on ne trouve plus trace de cuticule externe, et la cutinisation des parois est nulle; les cellules épidermiques, toujours assez petites dans la tige aérienne, offrent ici une grande taille et leur forme est tout à fait arrondie; enfin, et ce qui n'est pas la modification la moins importante, les parois externes de ces cellules, purement cellulosiques, sont d'une minceur extrême.

Ce type d'épiderme n'est pas nouveau pour nous. Nous l'avons observé, dans le chapitre Ier, sur la tige de toutes les Mousses vivant dans l'eau ou dans un milieu très humide.

Le passage de la vie aérienne à la vie aquatique a donc provoqué sur une espèce essentiellement aérienne le développement d'un épiderme dont les caractères sont fort rapprochés de ceux des cellules externes des tiges de *Sphagnum* et identiques à ceux de l'épiderme de *Leucobryum*, *Fontinalis*, etc. (fig. 4, pl. 12). L'expérience a suscité artificiellement une modification anatomique comparable à celles que la nature provoque elle-même sur l'épiderme des Mousses exposées à vivre dans un milieu tantôt sec et tantôt humide (fig. 8, pl. 12).

En résumé, *quand une Mousse passe de la vie aérienne à la vie aquatique, la couche épidermique de la tige est profondément modifiée. Les modifications portent sur l'absence de cuticule, sur l'augmentation de volume des cellules, et sur l'épaisseur des parois cellulosiques qui est toujours très faible.*

§ II. — Feuille aquatique.

1° *Modifications morphologiques.* — La feuille comprend encore une gaine, un limbe et un acumen. Mais d'une part la gaine est plus étroite que le limbe, et c'est le contraire dans la feuille aérienne; d'autre part l'acumen est très peu développé, tandis qu'il atteint dans la feuille aérienne le quart de la longueur du limbe; enfin le limbe lui-même est si réduit que sa

longueur égale à peine le cinquième de celle du limbe de la feuille aérienne.

Quant à la forme elle est tout à fait changée. Tandis que la feuille aérienne est très aiguë et que ses bords sont rectilignes, le limbe de la feuille aquatique présente une forme ovale et ses bords latéraux sont sensiblement circulaires.

En résumé la vie aquatique modifie la forme et la dimension des différentes parties de la feuille.

2° *Modifications anatomiques.* — Examinons une coupe transversale pratiquée dans le limbe de la feuille aquatique (fig. 5, pl. 13). Nous y retrouvons une nervure médiane offrant les cinq régions consécutives observées dans la gaine de la feuille aérienne : un épiderme externe dont les cellules arrondies n'ont pas épaissi leurs parois et où l'on n'observe plus de cuticule; une zone hypodermique externe dans laquelle les parois cellulaires sont très épaisses mais où la subérification est très faible; un faisceau foliaire qui a conservé, sans le dépasser, le développement que ses traces présentaient dans la tige : un hypoderme interne de faible étendue et peu subérifié; enfin un épiderme interne identique à l'épiderme externe. Les deux épidermes vont aboutir, de chaque côté de la nervure, à une même cellule du limbe, lequel n'est formé, dans toute son étendue, que d'une seule épaisseur de cellules et dont la largeur embrasse seulement de chaque côté de la nervure une douzaine d'éléments environ.

Mais ici on ne trouve sur l'épiderme interne aucune trace des nombreuses lames chlorophylliennes que nous avons observées sur le limbe de la feuille aérienne. La fonction chlorophyllienne n'est pas pour cela supprimée; elle est considérablement affaiblie. La chlorophylle se retrouve en effet dans les cellules du limbe et de l'épiderme, mais elle n'est plus abondante et la couleur verte des feuilles aquatiques est fort pâle.

En résumé, *quand une Mousse passe de la vie aérienne à la vie aquatique, les lames chlorophylliennes de la feuille disparaissent,*

les épidermes restent cellulosiques et le limbe ne comprend qu'une seule épaisseur de cellules contenant de la chlorophylle.

Comparons, en terminant ce chapitre, la feuille aquatique à la feuille aérienne.

FEUILLE AÉRIENNE.	FEUILLE AQUATIQUE.
— Couleur d'un vert sombre.	— Couleur d'un vert pâle.
— Longueur de 15 à 20 millim.	— Longueur de 5 à 6 millimètres.
— Forme allongée et aiguë.	— Forme courte et ovale.
— Epiderme externe cutinisé.	— Epiderme externe cellulosique.
— Faisceau très développé.	— Faisceau composé d'un petit nombre d'éléments.
— Limbe formé de deux épaisseurs de cellules sauf dans la région marginale.	— Limbe formé d'une seule épaisseur de cellules.
— Lames chlorophylliennes fixées à la face interne du limbe.	— Pas de lames chlorophylliennes.

CHAPITRE II

ACTION DE LA LUMIÈRE ET DE LA PESANTEUR SUR LA DIRECTION DE LA CROISSANCE

La lumière et la pesanteur exercent sur la direction de la croissance des actions combinées, et la direction définitive de la tige n'est autre chose que celle de la résultante de ces actions. Je me suis proposé, dans les expériences qui vont suivre, de déterminer celui de ces deux groupes d'action qui exerce sur la direction de la tige une influence prépondérante. Ces expériences peuvent se diviser en huit séries, savoir : quatre séries comprenant des cultures dans l'eau et quatre séries comprenant des cultures dans l'air.

§ I. — Cultures dans l'eau.

1re Série : Cultures à l'obscurité. Deux lots de *Polytrichum iuniperinum* ont servi à ces expériences.

1er lot. *Position droite*. — Un premier lot comprenait cinq individus complets. Le 25 mai 1889, chaque individu a été placé dans une éprouvette remplie d'eau et suspendu au milieu de l'eau par un fil attaché d'une part à la tige aérienne et d'autre part à un flotteur en liège. La tige aérienne était dirigée verticalement et de bas en haut, comme dans sa position naturelle (A, fig. 53). Un étui en carton absolument opaque enveloppait complètement l'éprouvette. L'eau était renouvelée tous les matins et tous les soirs pour éviter le développement des algues. Un mois plus tard, la tige feuillée avait pris une coloration brune et son point végétatif seul avait conservé sa couleur verte. Le 28 août suivant, c'est-à-dire trois mois environ après le début de l'expérience, j'observais sur la tige souterraine de chaque individu trois ou quatre pousses nouvelles d'une longueur moyenne de 15 millimètres et d'une blancheur éclatante. Pas une seule

de ces pousses n'était verticale; toutes étaient inclinées dans leur région basilaire et presque horizontales dans leur partie terminale.

Elles étaient dirigées dans tous les sens et semblaient, par leurs nombreuses sinuosités, chercher en vain une orientation.

2e lot. *Position renversée.* — A la même date que pour les sujets du 1er lot, cinq individus complets de *Polytrichum juniperinum* ont été placés chacun dans une éprouvette remplie d'eau.

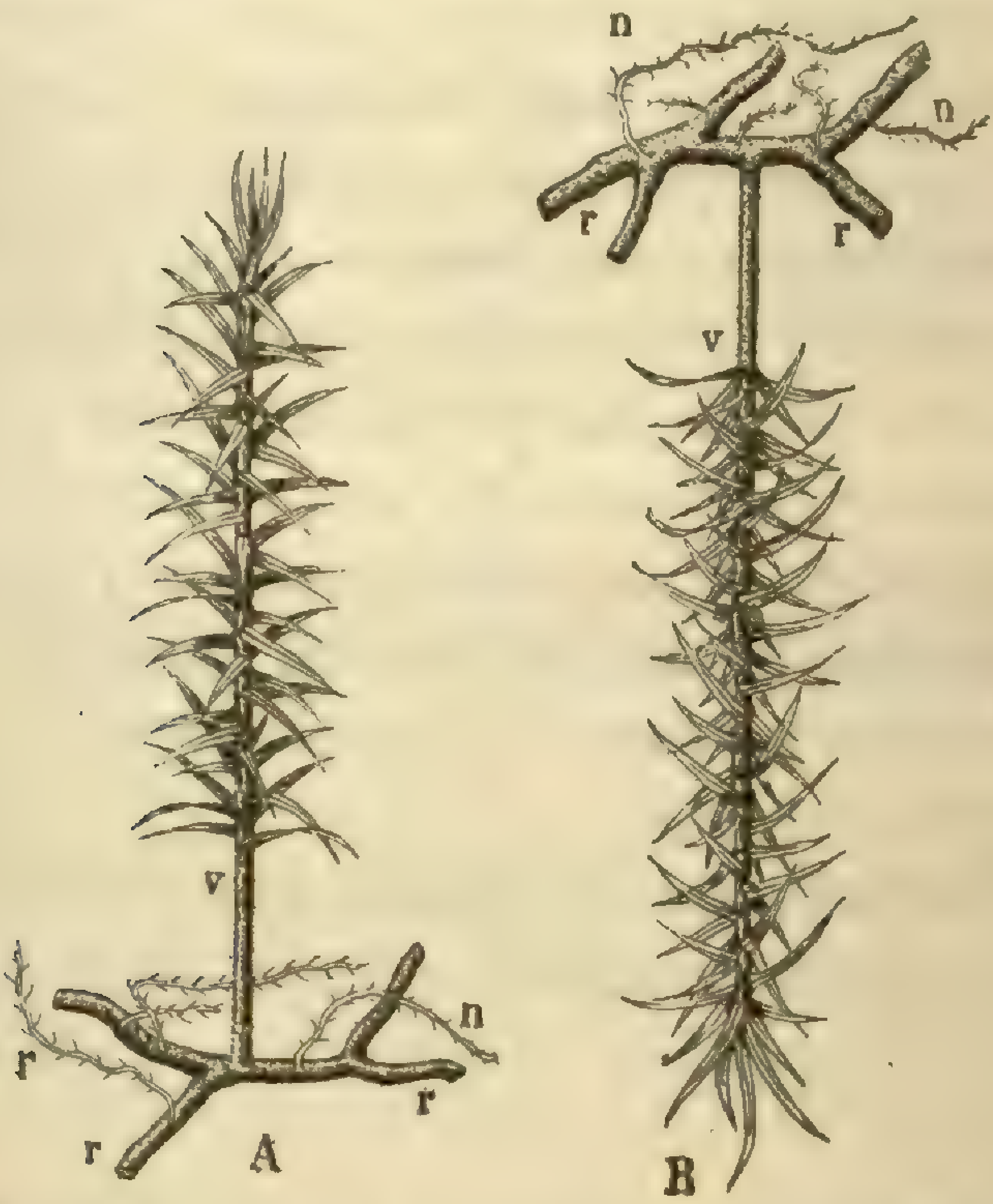


Fig. 53 et 54. — Culture dans l'eau du *Polytrichum juniperinum*. En A la tige ancienne *v* est dans sa position naturelle; en B elle est renversée. Dans les deux cas, les plantes vivent dans l'obscurité; *r*, rhizome; *n*, *n*, nouvelles tiges blanches, grêles et rampantes.

Chaque individu était suspendu au milieu du liquide par un fil attaché d'une part à un flotteur en liège et d'autre part à la tige souterraine qu'il maintenait horizontale. Dans ces conditions la tige aérienne était dirigée verticalement de haut en bas, c'est-à-dire occupait une position inverse de sa position naturelle (B, fig. 54). Chaque éprouvette était, comme celles du 1er lot, enveloppée par un étui de carton et l'eau était renouvelée matin et soir. Un mois plus tard, la tige feuillée était devenue brune et ne conservait sa couleur verte qu'à l'extrémité végétative. Le 28 août

suivant on pouvait observer sur la tige souterraine des pousses semblables à celles qui étaient fournies par le 1[er] lot. Elles étaient, comme elles, inclinées dans leur base, recourbées dans tous les sens et presque horizontales dans leur partie terminale.

Les plantes de l'un et de l'autre lot se trouvaient dans une obscurité complète et elles n'avaient pu, par conséquent, subir l'influence des radiations lumineuses. L'influence de la pesanteur s'exerçait donc seule sur la croissance des nouvelles pousses. Or si l'on observe les deux individus A et B des figures 53 et 54, on voit que toutes les pousses sont développées au-dessus du plan horizontal qui passerait par leur point d'origine. L'action de la pesanteur n'est donc pas nulle, comme elle le serait si toutes les pousses suivaient ce plan horizontal à partir de leur origine. Elle n'est pas non plus positive puisque pas une seule pousse n'est dirigée ni développée au-dessous du plan horizontal. En d'autres termes les individus des deux lots soumis à l'expérience sont doués d'un géotropisme négatif. Mais la direction très inclinée suivie par chacune des nouvelles tiges indique que ce pouvoir géotropique est très faible.

Nous pouvons donc dire, en résumé, que :

Le pouvoir géotropique négatif des tiges de Mousses aériennes soumises à la vie aquatique et vivant dans l'obscurité est très faible.

2[e] Série : Cultures dans un récipient éclairé seulement par le haut.

1[er] lot. *Position droite.* — Cinq individus complets de *Polytrichum juniperinum* ont été placés dans des éprouvettes remplies d'eau. Chacun d'eux était suspendu au milieu du liquide au moyen d'un fil attaché d'une part à la tige aérienne et d'autre part à un flotteur en liège assez étroit pour laisser passer librement la lumière à l'orifice supérieur de l'éprouvette. La tige aérienne était dirigée verticalement de bas en haut comme dans sa position naturelle. Chaque éprouvette était enveloppée par un manchon de carton latéralement et inférieurement ; seule l'extrémité supérieure était ouverte et laissait passer librement

la lumière. L'eau était renouvelée deux fois par jour comme dans les expériences de la 1re série. L'expérience commencée le 25 mai 1889 a été terminée le 28 août suivant. Vers la fin du mois de juin, la tige feuillée était devenue brunâtre et son point végétatif était resté vert. Le 28 août, j'observais sur la tige souterraine des pousses nouvelles au nombre de trois à cinq. Ces pousses étaient parfaitement rectilignes et quelques-unes d'entre elles, sorties de la face inférieure du rhizome, avaient contourné sa surface pour se dresser verticalement. Presque toutes portaient à leur extrémité de petites feuilles d'un vert pâle (A, fig. 55).

2e lot. *Position renversée.* — La même expérience a été répétée sur cinq autres pieds de *Polytrichum juniperinum* avec des dispositifs identiques, sauf en ce qui concerne la position de la tige. La tige du flotteur était attachée à la tige souterraine, et la tige aérienne était dirigée verticalement de haut en bas, c'est-à-dire en sens inverse de sa direction naturelle. L'expérience commencée et terminée en même temps que la précédente a donné identiquement les mêmes résultats. La tige aérienne est morte et de jeunes pousses sont parties de la tige souterraine en se dirigeant verticalement vers l'orifice de l'éprouvette. Elles sont toujours parfaitement rectilignes, et celles qui sont sorties des faces latérales du rhizome s'infléchissent aussitôt vers le haut. Comme dans le cas précédent, elles portent à leur extrémité supérieure de petites feuilles vertes (fig. 56, B).

Remarquons que dans les deux lots toutes les pousses nouvelles ont une direction verticale parfaitement rectiligne, et que toutes sont supérieures au plan horizontal qui passe par leur point d'origine. Or nous savons déjà qu'elles sont douées d'un géotropisme négatif qui ne tend que faiblement à les élever au-dessus de ce plan. Si donc elles s'élancent verticalement suivant une ligne parfaitement droite, c'est qu'à ce pouvoir géotropique est venue se joindre l'influence lumineuse, et que cette nouvelle influence s'exerce dans le même sens que le géotropisme négatif, puisque la croissance est dirigée vers la source lumineuse, c'est-à-dire vers l'orifice supérieur de l'éprouvette; autrement dit : tous les individus des deux lots soumis à

l'expérience sont doués d'un héliotropisme positif. La source lumineuse étant située au-dessus de l'éprouvette, le pouvoir géotropique et le pouvoir héliotropique ont une résultante égale à leur somme, et la direction de la croissance pour chacune des nouvelles pousses est celle de cette résultante.

Nous pouvons donc résumer ce résultat en disant :

Les tiges des Mousses aériennes soumises à la vie aquatique et

Fig. 55 et 56. — Culture, dans l'eau, du *Polytrichum juniperinum*. L'éclairage est dirigé de haut en bas ainsi que l'indiquent les flèches. En A la tige ancienne *v* est placée dans sa position naturelle ; en B elle est renversée ; *r*, rhizome ; *n*, *n*, tiges nouvelles dirigées vers la source lumineuse.

éclairées seulement par le haut sont douées d'un héliotropisme positif. L'action de ce pouvoir héliotropique positif s'ajoute à celle du pouvoir géotropique négatif pour provoquer sur les tiges nouvelles une croissance dirigée de bas en haut.

3e Série. — Cultures dans un récipient éclairé seulement par le bas.

1er Lot. *Position droite.* — Cinq pieds de *Polytrichum juniperinum* sont suspendus au milieu de l'eau dans des éprouvettes

enveloppées par des manchons de carton. Chaque manchon laisse à découvert l'extrémité inférieure de l'éprouvette, et un système de miroirs y amène verticalement et de bas en haut les rayons lumineux. Tous les individus étaient placés dans le même sens que dans leur station naturelle. L'expérience est commencée le 25 mai 1889. Un mois après la tige feuillée brunit et meurt

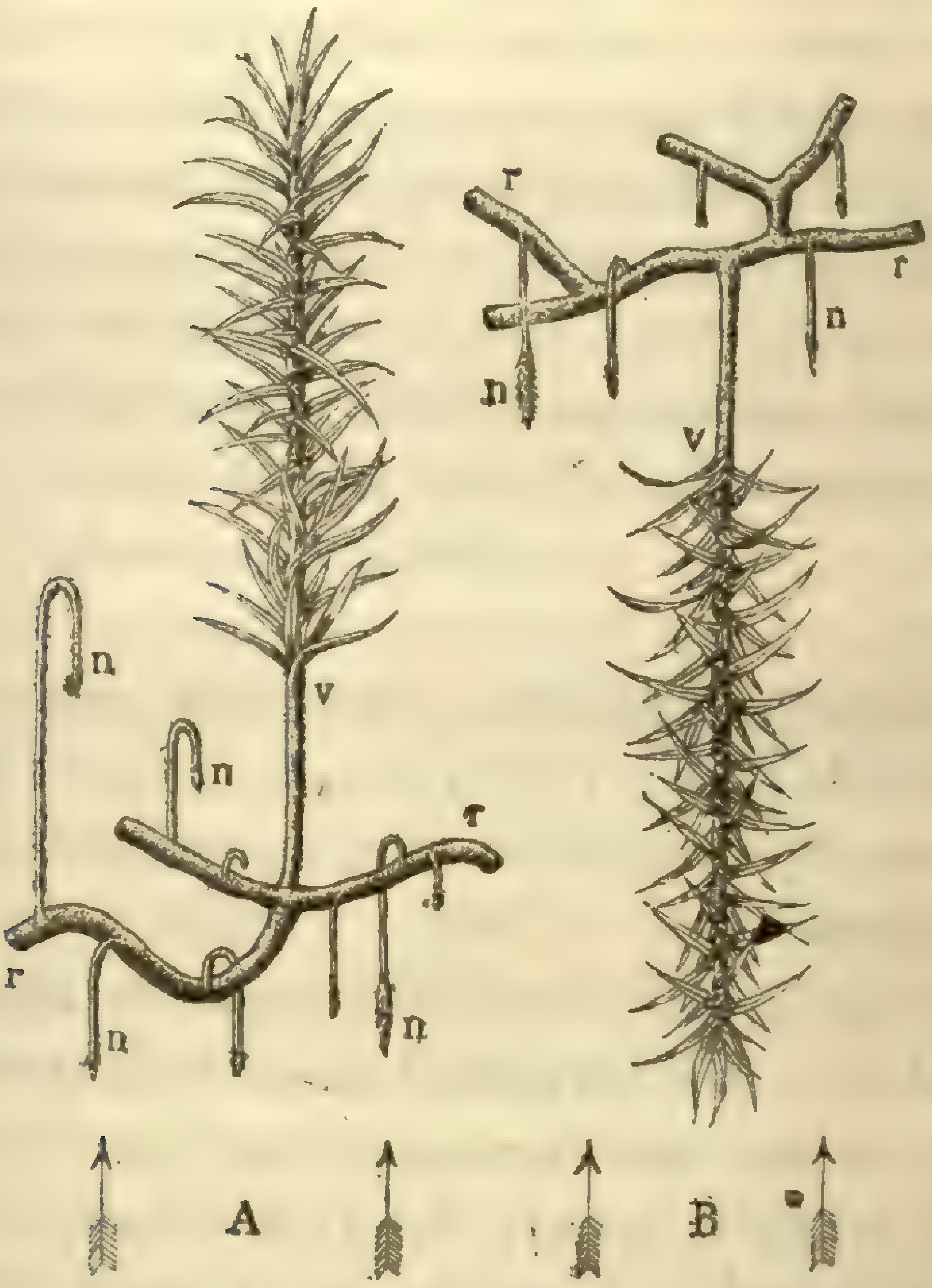


Fig. 57 et 58. — Culture, dans l'eau, du *Polytrichum juniperinum*. L'éclairage est dirigé de bas en haut ainsi que l'indiquent les flèches. En A la tige ancienne *v* est placée dans sa position naturelle ; en B elle est renversée ; *r*, rhizome ; *n*, *n*, tiges nouvelles dirigées vers la source lumineuse.

comme dans les cas précédents. Parmi les individus plongés, plusieurs portaient déjà (fig. 57, A) un certain nombre de pousses aériennes dirigées de bas en haut comme la tige feuillée, mais n'ayant pas encore donné de feuilles. Le 29 août suivant j'ai constaté sur la tige souterraine la présence de plusieurs pousses nouvelles *n*, *n*, *n*, toutes dirigées verticalement de haut en bas, c'est-à-dire tournant leur sommet végétatif vers la source lumineuse. Quelques-unes, nées sur la face supérieure

du rhizome, en avaient contourné la surface avant de s'élancer vers le bas. Les anciennes pousses aériennes n'avaient pas arrêté leur croissance; elles s'étaient recourbées de 180°, de manière que leur sommet végétatif fût toujours dirigé vers la source lumineuse, et présentaient la forme de crochets.

2e Lot. *Position renversée.* — Les conditions d'éclairage sont les mêmes que dans le lot précédent. Seule la disposition de chacune des plantes est changée : la tige souterraine est attachée au fil du flotteur et la tige aérienne est dirigée de haut en bas, c'est-à-dire en sens contraire de sa station naturelle (fig. 58, B).

L'expérience est commencée et terminée en même temps que pour les plantes du 1er lot. L'observation finale faite le 29 août montre que la tige aérienne feuillée a cessé de vivre et que de nouvelles pousses au nombre de trois à cinq sont nées de la tige souterraine et se sont dirigées verticalement de haut en bas, c'est-à-dire vers la source de lumière. Pour atteindre cette direction toutes les pousses qui étaient nées à la face supérieure du rhizome se sont recourbées en contournant sa surface. Quelques-unes offrent de petites feuilles vertes dans le voisinage du point végétatif.

Observons que, dans les deux lots précédents, toutes les pousses nouvelles ont une direction parfaitement rectiligne et que toutes sont inférieures au plan horizontal qui passe par leur point d'origine. De même la portion des anciennes pousses aériennes qui s'est formée pendant l'expérience est rectiligne et inférieure au plan horizontal qui passe par la région correspondant à l'ancien point végétatif aérien. De plus toutes les pousses ou toutes les portions de pousses formées pendant la durée de l'expérience sont exactement verticales. Or les expériences de la 1re série montrent que les Mousses sont douées d'un géotropisme négatif qui tend à les élever faiblement au-dessus du plan horizontal d'origine. Si donc elles s'élancent verticalement en ligne droite de haut en bas, c'est que l'influence lumineuse est venue combattre le pouvoir géotropique et qu'elle le surpasse. La croissance des pousses étant dirigée du côté de la source, l'influence lumineuse ou pouvoir héliotropique est encore de

sens positif. La source lumineuse étant située au-dessous de l'éprouvette, le pouvoir géotropique et le pouvoir héliotropique peuvent être assimilés à deux forces appliquées à un même point, dirigées en sens contraire et suivant une même ligne droite ; leur résultante est égale à leur différence et dirigée dans le sens de la plus grande. Le sens de cette résultante est celui de la croissance des pousses nouvelles.

Pour résumer nous pouvons dire :

Les tiges des Mousses aériennes soumises à la vie aquatique et éclairées seulement par le bas sont douées d'un héliotropisme positif dont l'action est directement opposée à celle du géotropisme négatif. La résultante de ces deux actions provoquant sur les tiges nouvelles une croissance dirigée de haut en bas, cela montre que l'intensité du pouvoir héliotropique surpasse de beaucoup celle du pouvoir géotropique.

4ᵉ Série. — Cultures dans un récipient éclairé dans les conditions ordinaires.

1ᵉʳ Lot. *Position droite.* — L'expérience a été décrite au commencement du chapitre Iᵉʳ relatif à l'influence du milieu. On a vu (fig. 51) que dans ce cas toutes les nouvelles tiges prennent une direction verticale et qu'elles portent des feuilles vertes.

2ᵉ Lot. *Position renversée.* — Cinq individus complets de *Polytrichum juniperinum* sont plongés dans des éprouvettes remplies d'eau. Chacun d'eux est suspendu au milieu du liquide et le fil du flotteur est attaché à la tige souterraine de sorte que la tige aérienne feuillée est dirigée de haut en bas, c'est-à-dire en sens inverse de sa station ordinaire dans l'air. L'expérience commence le 25 mai 1889 et se termine le 29 août suivant. Dans cet intervalle la tige aérienne a péri. On voit sur chaque individu trois ou quatre pousses nouvelles sorties du rhizome et dirigées vers le haut (fig. 51). Quelques-unes nées à la face inférieure du rhizome contournent sa surface pour s'élever au-dessus. Toutes portent de petites feuilles vertes comme celles du 1ᵉʳ lot et atteignent à peu près la même taille.

Observons que, dans les deux lots, les pousses nouvelles sont

situées au-dessus du plan horizontal qui passe par leur point d'origine sur la surface du rhizome. Or la 1re série d'expériences a montré que les plantes soumises à l'expérience sont douées d'un pouvoir héliotropique faible et négatif; d'autre part les expériences de la 2e et de la 3e série ont montré que ces mêmes plantes possèdent un pouvoir héliotropique toujours positif. Mais dans l'expérience actuelle les plantes ont reçu la lumière diffuse d'une manière à peu près égale dans tous les sens sauf sur la face inférieure où l'éclairage était faible dans le 2e lot et nul dans le 1er. La résultante des actions lumineuses s'exerce donc au-dessus du plan horizontal d'origine, comme le pouvoir géotropique. Par suite la croissance se fait et doit se faire de bas en haut, comme dans les conditions naturelles.

Nous pouvons donc dire en résumé que *les tiges des Mousses aériennes soumises à la vie aquatique et placées dans les conditions naturelles d'éclairement possèdent un pouvoir géotropique négatif et un pouvoir héliotropique positif, ces deux pouvoirs agissant dans le même sens et provoquant la croissance de bas en haut.*

(A suivre.)

REVUE DES TRAVAUX

DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS D'AVRIL 1890 A JUIN 1891 (*Suite*).

Tout en étant un facteur important dans l'influence qu'exerce la lumière sur l'accroissement, la transpiration n'est pas le seul. M. Palladine est le premier à le reconnaître et à faire remarquer que la dépendance des phénomènes d'étiolement est plus compliquée qu'elle n'en a l'air. Avec la même restriction, M. Wiesner (1) admet également un rapport entre la forme des plantes et leur transpiration. L'auteur étudie en particulier les plantes qui, normalement, ont une rosette de feuilles radicales. Pour chaque espèce de ces plantes, différents échantillons ont été placés comparativement dans des lieux humides et secs, à des éclairements variés. On peut alors distinguer, suivant les formes que prennent ces espèces dans ces diverses conditions, quatre types :

1° La rosette foliaire se dissocie dans l'air humide et à l'obscurité. C'est le cas, par exemple, du *Sempervivum tectorum ;*

2° La plante ne modifie son aspect ni dans l'air humide ni à l'obscurité. Tels sont l'*Oxalis floribunda* et le *Plantago media;*

3° La plante se transforme par l'étiolement, mais l'humidité n'a aucune influence. Ex. : *Taraxacum officinale ;*

4° Inversement, la rosette foliaire se dissocie et la tige s'allonge dans un air humide, mais l'humidité reste sans action. C'est le cas du *Capsella Bursa pastoris.*

Il n'y a d'ailleurs aucune relation entre ces différentes formes et les caractères systématiques. Des plantes de la même famille peuvent se comporter tout à fait différemment les unes des autres.

Si l'on ne faisait intervenir comme cause de ces modifications que la transpiration, ces différences resteraient sans explication. Au contraire, si l'on admet l'intervention simultanée d'autres facteurs, l'explication dans la plupart des cas devient facile.

Pour le premier type, l'allongement de la tige, d'où résulte la dissociation des feuilles, est dû à la fois à l'obscurité et au ralentissement de l'évaporation. Donc, à l'état normal, la réunion des feuilles en rosette par non développement de la tige est due à l'action retardatrice de la lumière et à la transpiration.

(1) Wiesner : *Formanderungen von Pflanzen bei Cultur im absolut feuchtem Raume und in Dunkeln* (Berichte der deutsch. bot. Ges., mars 1891).

Dans le troisième type, la lumière seule influe pour retarder l'accroissement; l'action de la transpiration semble nulle.

Dans le quatrième type, la transpiration, au contraire, est la cause essentielle du ralentissement de croissance.

Il est plus difficile d'expliquer le deuxième type. M. Wiesner suppose ici que la transpiration ou la lumière, ou toutes deux réunies, ont produit, au cours du développement phylogénétique, des transformations qu'elles ne peuvent plus annuler. Peut-être faut-il, plus simplement, admettre l'intervention d'une autre cause, encore indéterminée.

Les expériences de M. Vöchting (1) viennent justement nous convaincre que la transpiration et la lumière ne suffisent pas à la feuille pour se développer. Il y a encore, par exemple, une relation qu'il ne faut pas négliger entre l'accroissement de la feuille et sa faculté d'assimilation. Même à la lumière, une feuille ne se développe que faiblement, si elle se trouve placée dans un air privé d'acide carbonique (2). Peu importe, d'ailleurs, que les autres feuilles de la plante soient dans des conditions favorables d'assimilation. Ainsi, M. Vöchting introduit la partie supérieure d'une plante dans une cloche où passe un courant d'air débarrassé de tout acide carbonique. Bien que la partie inférieure de cette plante reste dans l'air ordinaire, les feuilles déjà un peu développées de l'autre partie ne s'accroissent plus et s'altèrent même peu à peu. On n'observe guère qu'un faible développement des toutes jeunes pousses. La vie de la feuille est donc liée à son assimilation.

Comment, maintenant, l'arrêt de cette fonction agit-il sur l'accroissement et sur la vie? Il serait bien difficile de le préciser. M. Vöchting hasarde quelques hypothèses qui ne paraissent le satisfaire lui-même que médiocrement et pour lesquelles nous renvoyons au travail même.

Lorsque l'assimilation se trouve ainsi supprimée à la lumière, par l'absence d'acide carbonique dans le milieu où vit la plante, nous avons précédemment montré que la transpiration est augmentée et nous avions expliqué le fait en admettant que l'énergie des radiations solaires ne pouvant plus être employée pour la décomposition de l'acide carbonique se reporte sur la transpiration. MM. Verschaffelt (3) ont contesté la justesse de cette manière de voir en prétendant que, d'après leurs expériences, l'absence d'acide carbonique influe également sur la transpiration à l'obscurité. Il n'y aurait donc alors aucune relation entre l'arrêt de l'assimilation et cette augmentation de la transpiration. Dans un récent travail (4) publié dans ce recueil et auquel nous renvoyons, nous pensons avoir montré l'erreur

(1) Vöchting : *Ueber die Abhänginkeit des Laubblattes von seiner Assimilationsthätigkeit* (Bot. Zeitung, 1891, 8-9).

(2) Ici encore, nous nous permettrons de rappeler que nous avions déjà incidemment observé (travail cité plus haut) ce développement plus faible des feuilles dans un milieu éclairé mais privé d'acide carbonique.

(3) Eduard en Julius Verschaffelt : *De Transpiratie der Planten in koolzurvrije Lucht* (Annuaire de la Société Botanique Dodonœa, à Gand, 1890).

(4) Henri Jumelle : *Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes* (Revue gén. de Bot. 1891).

dans laquelle sont tombés MM. Verschaffelt. D'autre part, nous avons apporté de nouvelles preuves à l'appui de nos premières expériences. Au lieu de supprimer l'assimilation en quelque sorte dans ses effets, en privant la plante d'acide carbonique à décomposer, nous avons d'abord suspendu la fonction assimilatrice elle-même par l'anesthésie (1). On sait, depuis les expériences de Claude Bernard, que l'éther et le chloroforme, à des doses déterminées, arrêtent la décomposition de l'acide carbonique. En faisant agir, aux doses voulues, ces anesthésiques sur les feuilles de différentes plantes, nous avons reproduit les expériences de Claude Bernard et nous avons constaté en même temps une augmentation très sensible de la quantité d'eau évaporée. L'accélération de la transpiration coïncide donc bien avec l'arrêt de l'assimilation.

Par une troisième méthode nous avons encore prouvé que cette accélération coïncide avec la présence de la chlorophylle. Des plantes ou des organes ne renfermant pas ou renfermant très peu de chlorophylle (Champignons et fleurs blanches) ont été exposés à la lumière, comparativement en présence et en l'absence d'acide carbonique. Dans les deux cas, les quantités d'eau transpirée ont été sensiblement égales.

L'ensemble de ces résultats montre bien que dans nos premières expériences l'élévation de la transpiration n'était pas due à l'absence de l'acide carbonique, mais à la suppression de l'assimilation qui en résultait. Nous voyons, en effet, que même en présence d'acide carbonique, cette élévation n'a lieu qu'à la lumière et dans les parties vertes, quand on suspend la fonction assimilatrice. Une seule explication est donc possible, celle que nous avons donnée dès le début : quand la fonction chlorophyllienne est suspendue, l'énergie des radiations solaires est employée tout entière par la transpiration, tandis que normalement une partie est utilisée par l'assimilation.

L'intensité assimilatrice d'un organe vert est intimement liée à la structure de cet organe. La décomposition de l'acide carbonique par la feuille varie, par exemple, avec le développement du tissu en palissade et avec la quantité de chrorophylle que les cellules contiennent. Or, depuis plusieurs années, M. Gaston Bonnier (2) a appelé l'attention sur les modifications de forme et de structure qui apparaissent dans les plantes suivant les altitudes auxquelles ces plantes se développent. Dans son plus récent travail sur la question, M. Bonnier décrit les variations physiologiques qui accompagnent ces modifications anatomiques. De ses expériences, entreprises en 1888 à l'Aiguille-de-la-Tour dans les Alpes, continuées en 1889 au Pic d'Arbizon dans les Pyrénées et vérifiées en 1890 dans le Dauphiné, il résulte que les plantes cultivées aux hautes altitudes modifient leurs fonctions de telle sorte que l'assimilation et la transpiration chlorophyllienne sont aug-

(1) Henri Jumelle : *Influence des anesthésiques sur la transpiration chlorophyllienne* (Revue gén. de Bot., 1890. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. Septembre 1890).

(2) Gaston Bonnier : *Influence des hautes altitudes sur les fonctions des végétaux* (Comptes rendus de l'Académie des sciences. Sept. 1891).

mentées, tandis que la respiration et la transpiration à l'obscurité semblent peu modifiées ou même diminuées.

Pendant la courte saison des hautes altitudes, les plantes peuvent de cette manière élaborer avec plus d'intensité les principes nutritifs qui leur sont nécessaires.

Ces résultats pourraient servir à expliquer la plus grande quantité relative de sucre, d'amidon, d'huiles essentielles, de pigments colorés, d'alcaloïdes, etc., que l'on constate chez les plantes de plaines croissant dans le climat alpin, car ces produits sont tous en rapport avec l'assimilation chlorophyllienne.

A un autre point de vue, et toutes conditions étant égales d'ailleurs, l'intensité de l'assimilation, pour une même espèce, doit encore, semble-t-il, varier suivant que la plante renferme, ou non, des pigments colorants accompagnant la chorophylle. Pour nous rendre un compte exact des changements apportés dans l'intensité de l'assimilation par la présence de ces pigments, nous avons comparé (1) les quantités d'acide carbonique absorbé et d'oxygène rejeté dans des temps égaux, et à surfaces égales, par les feuilles de différents arbres (Hêtre, Bouleau, Sycomore, Prunier), et par celles de leurs variétés à feuilles rouges. Nous avons ainsi trouvé que chez les arbres à feuilles rouges ou cuivrées, l'assimilation chlorophyllienne est toujours plus faible que l'assimilation des mêmes arbres à feuilles vertes. Cette différence d'intensité peut même être assez grande; le Hêtre cuivré, le Sycomore pourpre, par exemple, assimilent environ six fois moins que le Hêtre ou le Sycomore ordinaire.

Ce qui s'accorde avec le fait, bien connu en horticulture, que les arbres à feuilles rouges ont un accroissement beaucoup moins rapide que les mêmes arbres à feuilles vertes.

Enfin, pendant que nous résumons les dernières recherches relatives à l'assimilation, signalons encore celles de M. Hackenberg (2). Bien que le travail de M. Hackenberg soit purement anatomique, les conclusions qu'il fournit intéressent la physiologie. On a considéré jusqu'alors le *Cassytha americana*, plante volubile de la famille des Lauracées, parasite sur les tiges à la façon de la Cuscute, comme une plante complètement incapable de décomposer l'acide carbonique de l'air. Mais M. Hackenberg a constaté au contraire que, sous l'épiderme, le parenchyme cortical, formé de quatre à six assises de cellules, renferme de la chlorophylle. De plus, les cellules sont en palissade du côté exposé à la lumière. Le *Cassytha americana* doit donc rentrer parmi les plantes parasites pouvant, en même temps, assimiler.

Lorsque les tissus forment une masse volumineuse et compacte, comme

(1) Henri Jumelle : *Sur l'assimilation chlorophyllienne des arbres à feuilles rouges* (Comptes rendus de l'Académie des sciences. Septembre 1890).

(2) Hackenberg : *Beitrage zur Kenntniss einer assimilirenden Schmarotzerpflanze* (Verhandl. der naturhist. Vereins. der Rheinlande und Westfalen. Bonn. 1889).

dans les tubercules et dans certains fruits, on peut se demander comment s'effectuent les échanges gazeux entre l'extérieur et les cellules situées au centre de cette masse. Les nombreux tissus interposés entre ces cellules et l'atmosphère n'absorbent-ils pas tout l'oxygène avant qu'il puisse arriver dans les couches profondes et celles-ci sont-elles alors réduites au mode de respiration désigné sous le nom de respiration intramoléculaire ? Existe-t-il, au contraire, une disposition particulière des tissus, grâce à laquelle les parties les plus profondes peuvent respirer normalement ? Telles sont les questions qu'a cherché à résoudre, dans toute une série de travaux, M. Devaux (1), qui s'est fait une spécialité de ce genre de recherches sur le mécanisme des échanges gazeux à travers les tissus.

Les premières expériences furent faites sur les fruits de Potiron. Ces fruits possèdent, comme on sait, une cavité intérieure séparée de l'atmosphère externe par une épaisseur énorme de tissus, et par une écorce dure, luisante, épaisse de plusieurs millimètres. Dans ces conditions on pouvait s'attendre à trouver la composition des gaz internes notablement différente de l'air. En réalité, il n'en est rien ; cette composition est, à peu de chose près, celle de l'atmosphère. Il faut donc que les échanges gazeux entre l'intérieur et l'extérieur soient très faciles. Les expériences de M. Devaux établissent qu'ils le sont, en effet, grâce à la présence, dans les tissus, d'une multitude de petites lacunes aboutissant, dans l'écorce, soit à des stomates, soit à des lenticelles. Cette porosité des fruits de Cucurbitacées peut varier avec les espèces, et, pour chaque espèce, avec l'âge, mais, plus ou moins grande, elle existe dans tous les cas.

Il n'y a donc pas, même chez les fruits les plus gros de Cucurbitacées, de respiration intramoléculaire ; les échanges gazeux y sont tout à fait normaux.

Des expériences analogues aux précédentes ont été faites encore avec les organes tuberculeux de Pomme de terre, de Panais, de Carotte, de Navet, de Chou-rave, de Céleri-rave, de Radis noir, de Betterave et de Raifort. Pour étudier les atmosphères internes chez ces organes vivants en respectant le plus possible les conditions de végétation, l'auteur a employé un appareil des plus simples, dont le principe consiste à placer l'atmosphère des tissus en communication directe avec une atmosphère limitée. La branche verticale d'un tube en T repose sur le mercure et peut être adaptée à l'ouverture du tube à analyse ; d'autre part, une des branches latérales est introduite dans la plante, l'autre communique avec un manomètre. On peut ainsi, à tout moment, mesurer la pression et, en même temps, en recueillant une petite quantité de gaz, déterminer la composition de l'atmosphère contenue dans les tissus où plonge l'une des branches du tube. On constate

(1) H. Devaux : *Porosité du fruit des Cucurbitacées* (Revue générale de Botanique, 1891). — *Sur la respiration des cellules à l'intérieur des tissus massifs* (Comptes rendus de l'Ac. des Sc. Fév. 1891). — *Méthode nouvelle pour l'étude des atmosphères internes chez les végétaux* (Bulletin de la Soc. philomatique, 8e série, tome II). — *Les échanges gazeux d'un tubercule représentés schématiquement par un appareil physique* (Bulletin de la Soc. botanique de France. Nov. 1890). — *Atmosphère interne des tubercules et racines tuberculeuses* (id.). — *Circulation passive de l'azote chez les végétaux* (Journal de Botanique. Avril 1891).

alors que les gaz confinés ainsi au milieu des tissus renferment toujours une forte proportion d'oxygène. La respiration des cellules les plus internes des fruits des tubercules, etc., est donc toujours la respiration normale. Reste à expliquer comment l'oxygène peut pénétrer à l'intérieur de masses cellulaires aussi compactes. L'examen anatomique montre que dans tous les cas, comme précédemment pour les fruits des Cucurbitacées, la pénétration se produit à travers des espaces très fins et très ramifiés; tous les tissus massifs en question peuvent être considérés comme une masse très poreuse, entourée d'une enveloppe mince et poreuse, elle-même quoique à un degré moindre. En outre, une certaine quantité de gaz diffuse à travers la substance même de l'enveloppe : à la porosité vient ainsi s'adjoindre la perméabilité, d'autant plus grande que la membrane est plus humide. Comme confirmation de ses résultats, M. Devaux est arrivé à reproduire, en quelque sorte schématiquement, au moyen d'un appareil physique, ces échanges gazeux des tubercules et des fruits. Pendant tout le temps que durent ces échanges, entrée d'oxygène et sortie d'acide carbonique, l'azote circule également à travers les tissus, mais sa circulation est purement passive; elle est simplement due aux différences de pression qui se produisent entre les tissus et l'extérieur. Suivant l'état de la membrane, tantôt l'acide carbonique sort plus vite que l'oxygène ne rentre, tantôt c'est le contraire; dans le premier cas il y a dépression interne, dans le second il y a compression. Dans un cas comme dans l'autre, l'équilibre de pression tend alors à s'établir entre l'intérieur et l'extérieur. Il se produit, par suite, un courant gazeux soit de dehors en dedans, soit de dedans en dehors, et c'est ce courant qui, passivement, entraîne l'azote dans un sens ou dans l'autre. Ceci explique pourquoi, dans l'atmosphère interne des plantes, on trouve l'azote en proportions parfois plus grandes, d'autres fois plus petites que dans l'air libre.

Si la quantité d'oxygène fournie aux tissus descend au-dessous d'une certaine limite, la respiration se trouve d'abord modifiée dans son intensité et dans le rapport des gaz échangés, puis, lorsque l'oxygène vient à faire complètement défaut, la respiration normale est remplacée par la respiration intramoléculaire. M. Stich (1) a étudié comparativement ces deux modes de respiration. Le résultat le plus saillant de ses recherches est que, si l'on compare, dans les deux cas, les quantités d'acide carbonique rejeté, on trouve que le rapport $\frac{I}{N}$ de la respiration intramoléculaire à la respiration normale est, en général, inférieur à l'unité. Toutefois ce rapport est très variable et s'élève, pour une plante donnée, au fur et à mesure du développement de cette plante. Ainsi pour des plantules d'*Helianthus annuus*, le rapport $\frac{I}{N}$ a été successivement, au cours du développement, 0,348, puis 0,502 ; pour des pousses de *Picea nigra*, il a été 0,251, 0,538, 0,648.

(1) Stich : *Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen* (Flora. Janvier 1891).

Quelquefois, la respiration intramoléculaire égale la respiration normale; les quantités d'acide carbonique dégagé ont été, par exemple, les mêmes dans les deux cas chez les plantules de *Vicia Faba*, de *Ricinus communis*, de *Lupinus albus* et dans les fruits de *Jasminum fructicans* et de *Sambucus nigra*. Il y a donc, sous ce rapport, suivant les plantes, des différences spécifiques très grandes.

Des différences analogues se retrouvent lorsqu'on compare chez un certain nombre d'espèces les modifications que subit la respiration en présence de l'oxygène à faible tension. Ainsi, dans une atmosphère ne renfermant que 2 p. 100 d'oxygène, les fleurs d'*Anemone japonica*, les fruits de Prunier, les plantules d'*Helianthus annuus*, de *Triticum vulgare*, de *Vicia sativa* respirent encore normalement, tandis que la respiration est très affaiblie chez les fleurs de *Stenactis annua*, de *Cacalia verbascifolia*, les fruits d'*Hippophaë rhamnoïdes* et les plantules de *Brassica Napus*.

Un dernier travail de M. Stich est consacré à l'étude d'un fait sur lequel nous croyons utile d'insister; il a trait aux modifications qui surviennent dans la respiration des parties blessées. Les organes qui ont été grattés et découpés en tranches longitudinales ou transversales rejetteraient une quantité d'acide carbonique plus grande qu'à l'état normal. Ce fait qui avait déjà été constaté par M. Bœhm pour la pomme de terre est général, d'après M. Stich. Il ne doit pas être attribué d'ailleurs simplement à la multiplication des surfaces respiratoires.

On l'observe encore, en effet, quand, après avoir découpé une pomme de terre en tranches, on rapproche de nouveau ces tranches les unes des autres en étendant sur les bords des blessures une solution de gélatine. M. Stich pense que cette élévation de la respiration est due à une excitation qui provoque dans les tissus l'apparition de processus nouveaux; et ce qui semble assez bien prouver qu'une telle élévation n'est pas seulement le résultat d'un apport plus grand d'oxygène, c'est que non seulement la quantité d'acide carbonique rejeté est plus grande, mais en même temps le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est modifié et très sensiblement affaibli.

Quelle que soit leur cause, tous ces résultats montrent bien, en tous cas et c'est là leur importance) qu'il faut avoir soin, dans les recherches sur les échanges gazeux, d'opérer sur les organes entiers et intacts; les expériences faites avec des parties de feuilles ou de tiges peuvent fournir des conclusions entachées d'erreurs.

L'élévation de température qui accompagne le processus respiratoire explique en partie l'échauffement que présente un amas de graines en germination; elle peut cependant ne pas être la seule cause de cet échauffement. Un amas de Pois germant, par exemple, élève parfois la température jusqu'à 60°; or, au-delà de 30° d'après M. Cohn (1), il faut chercher une cause autre que la respiration. L'échauffement ultérieur serait produit,

(1) Cohn : *Ueber thermogene Wirkung von Pilzen* (Sitzungsberichte der bot. Sect. der Schl. Gesells. für vaterland. Cultur zur Breslau, 1888).

selon lui, par un champignon, l'*Aspergillus fumigatus*, qui se développerait sur les embryons tués, en ozonant l'oxygène de l'air. Des Pois stérilisés n'ont, en effet, produit pendant leur germination qu'une chaleur de 40° environ ; mais après infection avec l'*Aspergillus fumigatus*, la température a atteint 55°. Tandis qu'à cette température le *Penicillium* et le *Rhizopus* sont tués, l'*Aspergillus fumigatus* trouve, au contraire, les conditions les plus favorables à son accroissement.

L'intensité respiratoire dépend, comme on sait, essentiellement de la température extérieure, et s'élève rapidement avec celle-ci. Les recherches de MM. Bonnier et Mangin l'ont amplement démontré en même temps qu'elles ont établi qu'il n'y a pas d'optimum de chaleur pour la respiration. M. Detmer (1), qui semble ignorer complètement toute cette série de recherches, a entrepris des expériences analogues et est arrivé à cette conclusion que la respiration augmente avec la température, mais seulement jusqu'à un certain degré ; au delà la production d'acide carbonique diminue. Il y aurait donc un optimum pour la respiration et cet optimum serait 40° environ. M. Kreusler (2) arrive, d'autre part, à des résultats analogues. Ces auteurs ne paraissent pas avoir eu, un seul moment, la pensée que les plantes, au-dessus de 40°, pouvaient subir des altérations qui étaient la vraie cause de l'affaiblissement de la respiration. Il leur eût cependant suffi de déterminer à nouveau l'intensité respiratoire de ces mêmes plantes remises dans les conditions normales pour constater, sans doute, comme preuve de l'altération, la persistance de l'affaiblissement des échanges gazeux. On ne peut dès lors considérer comme tel un optimum dû à l'apparition de causes pathologiques. Dans son travail, M. Detmer signale encore ce fait bien connu que l'énergie respiratoire varie avec les sujets considérés.

C'est d'ailleurs, semble-t-il, de la part de M. Detmer une résolution bien arrêtée de se préoccuper fort peu des travaux français. Cette indifférence a peu d'importance quand l'auteur se borne à publier des recherches personnelles, car chacun est parfaitement libre de découvrir de nouveau, s'il lui plaît pour son propre compte, des faits connus, mais nous nous en plaignons davantage quand la même indifférence se manifeste dans un manuel pratique de physiologie, et surtout quand ce manuel fait l'objet d'une traduction française. On ne peut se faire, en effet, qu'une idée très incomplète de l'état actuel de la physiologie en parcourant le traité de M. Detmer, traduit par M. le Dr Micheels (3). Une telle traduction, et c'est à ce titre seulement que nous la signalons, ne sera utile qu'aux botanistes français désireux d'avoir un aperçu rapide des principaux travaux allemands, contrôlés ou

(1) Detmer : *Untersuchungen über Pflanzenathmung und über einige Stoffwechselprocesse im vegetabilischen Organismus* (Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft. Nov. 1890).

(2) Kreusler : *Kohlensaure-Einnahme und Ausgabe flanzlicher Blätter bei hoheren Temperaturen und die Frage der sog. postmortalen Athmung* (Verhandl. d. nat. Vereins der Rheilande. Bonn, 1890).

(3) Detmer : *Manuel technique de physiologie végétale*. — Traduction française du Dr Micheels. Librairie Reinwald.

complétés par quelques expériences personnelles de M. Detmer. Mais il ne faut pas espérer, par ce livre, se rendre un compte exact de l'ensemble des connaissances actuellement acquises sur les questions qui y sont étudiées; nous y avons cherché vainement la citation d'un seul travail français. Sous ce rapport, le traité récent de M. PALLADINE (1), rédigé, autant que nous pouvons en juger, avec un éclectisme vraiment scientifique, nous paraît bien supérieur à celui de Detmer; la traduction nous en serait peut-être plus profitable.

Les recherches nombreuses et suivies que vient de publier M. ELFVING (2) apportent une foule de données nouvelles sur la physiologie des champignons inférieurs; elles ont trait, en particulier, à l'influence qu'exerce la lumière sur la nutrition et le développement des Moisissures.

L'ensemble des transformations que subissent, lorsqu'elles sont absorbées, les substances assimilables pour arriver à faire partie intégrante du corps végétal est désigné par M. Elfving sous le nom de *synthèse organique*. Quelle action les radiations solaires exercent-elles sur cette synthèse, et l'action est-elle la même pour les différentes substances nutritives? Tel est d'abord le sujet des recherches de l'auteur. Les expériences ont été faites avec un *Briaræa* et avec le *Penicillium glaucum;* elles ont consisté à déterminer comparativement les quantités de substance produite dans le même temps, à la lumière et à l'obscurité, par des quantités sensiblement égales de spores mises à germer dans des solutions nutritives variées. Chacune de ces solutions contient les sels minéraux nécessaires : azotate d'ammoniaque, azotate de potasse, sulfate de magnésie, monophosphate de potasse, chlorure de calcium; on y ajoute, en outre, une ou plusieurs des substances organiques dont on veut déterminer l'influence sur la croissance : dextrose et peptone, dextrose et asparagine, peptone, mannite, acide malique, etc.

En général, M. Elfving établit pour chaque substance quatre cultures : deux à la lumière et deux à l'obscurité. Dans les cultures semblables, les poids secs obtenus diffèrent entre eux d'un tiers au plus; dans les cultures comparées, les différences supérieures doivent donc être attribuées à l'influence de la substance nutritive et de l'éclairement. L'auteur est arrivé ainsi à établir que, à partir d'une limite inférieure déterminée, la lumière agit sur la synthèse organique en la retardant. Mais cette influence de la lumière est d'autant moindre que les substances nutritives, par leur composition, se rapprochent plus du protoplasma. Ainsi avec la dextrose, la mannite et l'acide malique, la production de substance à la lumière égale la moitié, au plus, de la production à l'obscurité. Avec la peptone, ou un mélange de peptone, de dextrose et d'asparagine, il y a, au contraire, presque égalité de substance formée en présence et en l'absence de lumière. Les rayons ultra-violets influent comme les rayons lumineux; de ceux-ci, les moins réfrangibles sont ceux qui ont l'action la plus forte.

La lumière n'agit pas, du reste, également sur les combinaisons minérales,

(1) W. Palladine : *Physiologie végétale* (en russe).
(2) Elfving : *Studien ueber die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze* (Helsingfors, 1890).

sur les combinaisons organiques non azotées et sur les combinaisons organiques avec azote. D'après les recherches de M. Elfving, elle n'a pas d'action sur la formation des premières et n'en a qu'une faible sur celle des troisièmes; par contre elle a une action retardatrice très grande sur la production des corps azotés.

Le retard qu'apporte la lumière dans le développement des Champignons ne prouve pas toutefois que l'obscurité complète soit la meilleure condition pour ces végétaux. On sait, au contraire, qu'en l'absence de toute lumière, beaucoup d'Hyménomycètes prennent des formes anormales et qu'un grand nombre de Champignons n'arrivent jamais, dans ces conditions, à leur complet développement; l'appareil de reproduction, par exemple, ne se forme pas. Un certain éclairement est donc nécessaire. Nous retrouvons là, en somme, un fait analogue à celui que nous connaissons pour les végétaux supérieurs.

En ce qui concerne les rayons ultra-violets et leur influence nuisible sur la croissance des champignons, M. Elfving rappelle que, de même, on sait que chez les plantes plus élevées, la lumière électrique, qui renferme une grande quantité de ces rayons, retarde la végétation.

Nous avons vu que la synthèse organique est d'autant moins ralentie à la lumière que les substances se rapprochent davantage, par leur composition, de la substance du champignon. Il est à remarquer, à ce propos, que les champignons parasites, qui trouvent dans leurs hôtes des substances nutritives mieux préparées, se développent très bien en pleine lumière, tandis que les saprophytes qui doivent faire subir aux substances qu'ils absorbent des transformations plus grandes se rencontrent surtout dans les endroits abrités.

Dans une seconde série d'expériences M. Elfving recherche si l'acide carbonique qui, comme on sait, n'est pas décomposé par les champignons à la lumière, l'est à l'obscurité. Il établit, à cet effet, un certain nombre de cultures dans des solutions ne renfermant que des substances minérales; sur les unes passe de l'air ordinaire; l'air qui passe sur les autres a été, au contraire, débarrassé auparavant de son acide carbonique par la potasse. Or, tandis que dans les premières cultures le mycélium se développe, et d'autant plus que le Champignon se trouve plus à l'obscurité, on n'observe dans les dernières aucune trace de germination. Le *Briaræa*, avec lequel ces expériences ont été faites, prend donc à l'air un corps renfermant du carbone et absorbable par la potasse; de plus il le prend même en l'absence de lumière. Est-ce de l'acide carbonique? Pour s'en assurer, M. Elfving refait les mêmes expériences, mais en mettant au préalable dans tous les flacons une certaine quantité de ce gaz. Les résultats sont analogues aux précédents. Ce n'est donc pas l'acide carbonique que le *Briaræa* emprunte à l'air; vraisemblablement, d'après M. Elfving, c'est l'acide acétique, qui se trouve toujours dans l'atmosphère des laboratoires. Et, en effet, une moisissure qui était restée stérile s'est développée après introduction d'acide acétique dans le flacon.

Après avoir constaté qu'il n'y a jamais assimilation de l'acide carbonique de l'air par les champignons, M. Elfving étudie l'influence de la lumière sur

la respiration de ces végétaux. Les expériences de MM. Bonnier et Mangin sur le même sujet ont déjà établi que la lumière retarde la respiration des champignons. Au premier abord les résultats obtenus par M. Elfving paraissent tout différents.

L'auteur cultive dans des solutions variées (sucre, peptone, mannite, acide malique, etc.) différentes moisissures : *Briaræa*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavescens*, *Mucor racemosus*, *Penicillium glaucum*. Or, quel que soit l'éclairement, à l'obscurité comme à la lumière diffuse ou au soleil, la quantité d'acide carbonique rejeté reste la même pour chaque culture. Les Champignons seraient donc, sous ce rapport, en opposition avec tous les organes sans chlorophylle. Mais cette contradiction entre les résultats de M. Elfving et ceux de MM. Bonnier et Mangin n'est qu'apparente. Les conditions ne sont pas en effet identiquement les mêmes dans les deux cas. MM. Bonnier et Mangin, comme ils ont eu soin eux-mêmes de le préciser, ont toujours expérimenté sur des plantes ou des organes en voie de croissance. Les expériences de M. Elfving ont été faites au contraire avec des Champignons dont le mycelium était complètement développé et qui avaient fructifié.

Il y a donc peut-être lieu de distinguer entre les végétaux en voie de croissance et ceux dont l'accroissement est terminé, car il est très possible que la lumière n'influe plus sur la respiration des cellules formées et exerce au contraire une action sensible sur les cellules jeunes ; l'hypothèse est d'autant plus vraisemblable que, comme nous l'avons vu, dans ces dernières, la lumière retarde la synthèse organique. M. Elfving a donc répété les expériences précédentes avec des cultures qui n'étaient pas arrivées encore à leur état complet de développement ; conformément à ses prévisions, il a constaté un affaiblissement dans la respiration et dans la néoformation des substances organiques. La lumière retarde le premier de ces phénomènes comme nous avons vu qu'elle retarde le second ; de même, par exemple, que la croissance du Briaræa est surtout ralentie, à la lumière, dans les solutions de dextrose et de mannite et l'est peu dans les solutions de peptone, de même la respiration est affaiblie dans le premier cas et l'est à peine dans le second.

Les échantillons des plantes sans chlorophylle étudiées par MM. Bonnier et Mangin étaient jeunes et en voie de croissance M. Elfving fait remarquer que, comme précédemment pour les Champignons, le résultat serait peut-être différent avec des plantes et des organes complètement développés.

Pour les Moisissures, c'est surtout au début de la croissance que l'influence de l'éclairement se fait sentir. Une lumière intense tue même les spores aux premiers stades de la germination ; à une lumière un peu moins forte la germination s'arrête encore, mais les spores ne sont plus tuées, car elles germent plus tard lorsqu'on les met à une lumière faible ou à l'obscurité. L'organisme résiste d'ailleurs d'autant mieux à un fort éclairement qu'il est plus développé ; cependant un soleil trop vif empêche la formation des périthèces.

Enfin un résultat encore intéressant du travail de M. Elfving, c'est qu'entre la lumière diffuse, qui est indifférente, et la lumière directe qui tue, il est une lumière intermédiaire, à laquelle certains champignons peuvent se

développer d'une façon particulière : à côté des filaments mycéliens, morts ou vivants, d'*Aspergillus glaucus*, par exemple, on trouve des cellules en voie de bourgeonnement comme des cellules de Levûre. M. Elfving qui a cultivé ces Levûres distingue trois formes qu'il désigne sous les noms de Levûre A, Levûre B et Levûre C. Toutes trois sont aérobies et se développent à une température optimum d'environ 20° ; mais les deux premières seules liquéfient la gélatine. La Levûre A, dans certaines conditions, peut reproduire un mycelium avec appareils conidifères semblables à ceux du *Penicillium glaucum*, M. Elfving la nomme *Penicillium Eurotii*. Il y a donc parenté étroite entre l'*Aspergillus glaucus* et le *Penicillium glaucum*. Ce *Penicillium* peut se présenter sous trois formes : *Penicillium* I, *Penicillium* II (qui est le *Penicillium Eurotii*) et *Penicillium* III. On sait qu'on a distingué de même trois formes de *Saccharomyces Pastorianus*, mais il n'y a, d'ailleurs, d'après M. Elfving, aucun rapprochement possible à établir entre le *Saccharomyces* et le *Penicillium*.

Dans cette dernière série de recherches du travail que nous venons d'analyser, le fait important à retenir, au point de vue physiologique, c'est que la lumière est la cause primordiale de l'apparition des cellules bourgeonnantes. Dans certains Champignons, toutefois, la lumière n'a pas d'action analogue, non plus que le milieu ; il en est d'autres, au contraire, où le milieu nutritif agit et non la lumière.

Chez les plantes douées des mouvements de veille et de sommeil, la lumière, soit par elle-même, soit par la chaleur qu'elle fournit, est considérée comme le plus important des facteurs qui contribuent à provoquer ces mouvements. M. Fischer (1) recherche si la pesanteur, en tant que provoquant le géotropisme, n'exerce pas en même temps une certaine influence, et si cette influence est accessoire ou nécessaire. Les expériences ont été faites par deux méthodes différentes : les premières consistent simplement à retourner la plante et à observer si, malgré cette position anormale, les mouvements persistent ; dans les secondes, l'auteur emploie le clinostat.

Ces deux méthodes fournissent les mêmes résultats et amènent à distinguer deux groupes de plantes. Dans le premier groupe, auquel appartiennent le *Phaseolus multiflorus*, le *Lupinus albus*, le *Gossypium arboreum* et un certain nombre de Malvacées, la suppression de la pesanteur provoque un arrêt complet des mouvements nyctitropiques ; les feuilles restent à l'état de veille. Dans le second groupe, au contraire, la pesanteur paraît sans influence ; c'est de beaucoup le cas le plus fréquent, on l'observe chez le *Trifolium pratense*, le *Portulaca sativa*, le *Cassia marylandica*, l'*Oxalis lasiandra*, l'*Acacia lophanta*, le *Goodia obtusifolia*, etc. Les plantes du premier groupe peuvent être dites géonyctitropiques ; et les autres, autonyctitropiques.

(1) A. Fischer : *Ueber den Einfluss der Schwerkraft auf die Schlafbewegungen der Blätter* (Bot. Zeitung, 1890).

(*A suivre.*) Henri Jumelle.

Aureobasidium . Vitis.

E. Bry. Imp. Paris.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

CORBEIL. — IMPRIMERIE ÉD. CRÉTÉ

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 octobre 1891

N° 34

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1891

Pages.

I. — LES CHAMPIGNONS PARASITES DU CRIQUET PÈLERIN, par **M. L. Trabut** 401

II. — RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES (avec planches et figures dans le texte) (*suite*), par **M. Eugène Bastit** 406

III. — REVUE DES TRAVAUX RELATIFS AUX MÉTHODES DE TECHNIQUE, publiés en 1889, 1890 et jusqu'en avril 1891, par **M. Léon Dufour** 427

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET DE CHIMIE VÉGÉTALES, parus d'avril 1890 à juin 1891 (*suite*), par **M. Henri Jumelle** 437

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 17. — *Champignons parasites des Acridiens.*

Cette livraison renferme en outre treize gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

LES CHAMPIGNONS PARASITES
DU CRIQUET PÈLERIN

Par L. TRABUT

La nature parasitaire aujourd'hui bien connue d'un assez grand nombre de maladies des Insectes, devait évidemment faire naître quelque espoir de trouver chez nos Sauterelles, des entomophytes modérateurs du fléau.

Les Comptes rendus de l'Académie des sciences, et les bulletins de différentes Sociétés savantes, ont déjà donné le jour à une série de communications sur ce sujet d'actualité.

M. Kunckel d'Herculaïs est le premier qui ait parlé d'une affection cryptogamique, faisant périr des femelles de Criquet pèlerin que l'on croyait naturellement mortes après une ponte (16 mai 1891).

Le 23 mai, étant en voyage sur les hauts plateaux oranais, je trouvai à El Aricha, un grand nombre d'Acridiens malades portant une lésion que je reconnus de nature cryptogamique. De retour à Alger après un examen rapide, je rapportai au genre *Botrytis* le parasite de ces criquets et communiquais mes observations à l'Académie (15 juin 1891).

A ce moment, les Criquets pèlerins porteurs des Champignons parasites n'étaient pas rares à Alger; partout où des vols importants avaient passé, l'on trouvait des retardataires malades.

Le 20 juin, MM. Kunckel et Langlois, présentaient une note à l'Académie sur le Champignon des Criquets qui était nommé par eux, *Polyrhigium Leptophyci* Giard.

Le 18 juin, pour répondre à de nombreuses demandes de

renseignements sur la valeur du parasite comme moyen de défense, j'ai dû faire connaître par un journal d'Alger (*Dépêche algérienne*, 19 juin), que le Champignon des Criquets n'était qu'un hôte vivant à la superficie, trop lentement nuisible pour que son action soit réellement utile dans la lutte actuelle.

Le 29 juin, M. le professeur Giard présentait à l'Académie une intéressante note sur les *Cladosporiées entomophytes* et décrivait le parasite des Criquets sous ce nouveau nom de *Lachnidium acridiorum* nov. gen. nov. sp., dénomination que nous adoptons dans cette étude. En même temps que ce parasite principal nous avons observé sur les Criquets pèlerins malades, un *Claposporium*, un *Saccharomyces* ? et sur les coques ovigères un *Oospora*.

1°. — *Lachnidium acridiorum* Giard (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 29 juin 1891).

Botrytis acridiorum Trabut (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 15 juin 1891).

Cette Mucédinée est le parasite le plus apparent de l'*Acridium perigrineum*, elle ne se rencontre que chez l'adulte de l'un ou de l'autre sexe. On peut l'observer très facilement sur les individus qui restent après le départ des vols. Suivant les localités, le nombre de ces retardataires a été très variable, il a été très considérable à l'Arba, près d'Alger, dans les gorges de l'Oued Amidou et sur bien d'autres points du territoire envahi où l'on a signalé une forte mortalité chez les Orthoptères migrateurs.

Chez les femelles, les surfaces envahies sont plus étendues; les membranes unissantes de toutes les articulations peuvent être recouvertes de cette Mucédinée; mais ce sont les membranes plissées qui unissent les anneaux de l'abdomen qui sont le siège de prédilection du *Lachnidium;* il y forme un revêtement blanchâtre pulvérulent. Sur une coupe de cette membrane (Pl. 17, fig. 3, *a*) on distingue facilement un amas dense et épais de spores, le mycélium peu apparent rampe sur les téguments et y forme un lacis d'où s'élèvent les branches sporifères. Jamais

le mycélium ne pénètre dans la cavité et n'atteint les organes qui y sont contenus ; ce parasite est donc fixé sur les téguments et très analogue à une teigne.

Les filaments sporifères portent, sur des rameaux courts, des spores de deux formes, les unes sub-globuleuses simples de 6 μ, les autres elliptiques cloisonnées de 8 à 12 μ. Je n'ai point rencontré sur les Acridiens encore vivants que j'ai étudiés le type B, forme *Fusarium*, décrit par M. Giard, je ne l'ai obtenu que dans des cultures sur gélatine peptone. Les ensemencements en cellules montrent après vingt-quatre heures les germinations des spores simples et des spores cloisonnées (fig. 4). Sur bouillon dans des matras Pasteur, le *Lachnidium* forme en quelques jours un duvet soyeux qui flotte et devient pulvérulent. A la surface, à ce moment, les branches du mycélium portent un grand nombre de spores naissant isolées ; mais dans le centre de l'îlot, les branches sporifères portent des groupes de spores allongées (10 à 12 μ). Transplanté sur gélatine peptone, ce mycélium produit en grand nombre des spores ayant les formes et les dimensions des plus variables ; beaucoup de spores atteignent 30 μ et sont divisées en trois par deux cloisons ; les unes sont droites, les autres en croissant (fig. 4). La gélatine liquéfiée prend une teinte vieux rhum ; mais la mucédinée reste d'un beau blanc formant une couche très épaisse, dans de vieilles cultures, on peut observer une teinte légèrement rosée. Ces caractères éloignent cet hyphomycète des *Cladosporium* dont les hyphes ou les spores prennent des teintes brunes, olivâtres.

Ce parasite nuit certainement aux Acridiens et a causé une mortalité assez considérable ; dans bien des localités, j'ai pu constater que de nombreuses femelles mortes avant la ponte portaient les traces de cette mucédinée ; mais il faut reconnaître qu'une évolution très lente et un faible degré de contagion, rend cette maladie relativement bénigne. La transmission par simple contact ne s'est pas réalisée chez les individus que j'ai conservés. Souvent, j'ai vu un Acarien vivant dans les replis de la membrane unissant les anneaux ; mais je ne sais pas si les

blessures produites par cet hôte favorisent l'implantation du *Lachnidium*.

L'humidité de l'atmosphère a paru un élément favorisant le développement du *Lachnidium*. Chez les Acridiens que j'ai tenus dans un milieu très humide, les plaques de la Mucédinée paraissaient en effet plus épaisses, plus denses ; mais il était facile de constater alors que le Champignon était envahi par une Bactériacée.

Au point de vue pratique, il est certain qu'on ne peut pas espérer fonder sur la propagation de ce parasite trop bénin, un moyen de défense contre les Sauterelles.

2°. — *Cladosporium herbarum*, var.

Le mycélium de ce Champignon m'a paru envahir de préférence les anneaux abdominaux des Acridiens. Une légère blessure des téguments est le point de départ d'une végétation abondante d'un mycélium noir formé de filaments cloisonnés, donnant naissance à des filaments fructifères dressés, portant des spores simples et des spores cloisonnées.

La culture facile de cette espèce, nous a donné des formes qui ne nous paraissent pas différer de celles du *Cladosporium herbarum*.

3°. — *Saccharomyces? parasitaris*.

Se rencontre parmi les spores du *Lachnidium* dont on l'isole facilement par des cultures sur gélatine peptone où il forme des petites colonies d'un blanc pur; les cellules sont arrondies, de 3 à 4 μ, pourvues de gouttelettes réfringentes; elles se multiplient par bourgeonnement à la manière des *Saccharomyces*. Dans les milieux liquides, elles restent unies par petits groupes, elles n'y font pas fermenter le glucose. Je n'ai pas obtenu d'endospore. ce n'est donc qu'avec doute que je rapporte cette forme au genre *Saccharomyces*.

4°. — *Oospora ovorum* nov. sp. — Cet hyphomycète forme une efflorescence blanche sur les coques ovigères peu de temps après

la ponte, il est très répandu ; mais ne paraît nullement gêner le développement des Criquets. Le mycélium rampant sur toute la coque, présente de distance en distance des groupes de vingt à trente longs chapelets de spores, ces longues chaînes sont enroulées en pelotons et les spores n'ont pas plus de 0 µ, 7 de diamètre (fig. 5).

EXPLICATION DE LA PLANCHE 17.

Fig. 1. — *Acridium* malade ; *a*, lésion.

Fig. 2. — Lésions vues à la loupe.

Fig. 3. — *Lachnidium acridiorum* Giard, parasite des Acridiens : *a*, coupe de la membrane envahie ; *b*, fragment isolé ; *c*, rameaux sporifères ; *d*, spores plus grossies.

Fig. 4. — Culture de *Lachnidium acridiorum : a*, germination ; *b*, rameaux sporifères ; *c*, spores plus grossies.

Fig. 5. — *Oospora ovorum*, n. sp., parasite des Acridiens : *a*, groupe de chaînes de spores ; *b*, chapelets de spores déroulés.

RECHERCHES

ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES

Par M. Eugène BASTIT (*Suite*).

---

§ II. — Cultures dans l'air.

1re série : Cultures à l'obscurité.

1er lot. *Position droite.* — Le 12 janvier 1890 plusieurs touffes de *Polytrichum juniperinum* ont été placées sur le fond d'un vase en grès de forme cylindrique. Toutes les tiges feuillées y conservaient leur position verticale naturelle (fig. 59, A). Deux ouvertures *a* et *b* étaient pratiquées l'une, *b*, dans la paroi latérale au niveau des tiges feuillées, l'autre, *a*, dans le couvercle du vase, du côté diamétralement opposé. Matin et soir, on introduisait par l'ouverture inférieure *b* une petite quantité d'eau destinée à entretenir dans le vase l'humidité nécessaire à la vie des plantes. Au moyen d'un soufflet on renouvelait l'atmosphère du récipient en faisant arriver l'air par cette même ouverture *a*. Les gaz s'échappaient par l'orifice *b*. Les deux ouvertures étaient ensuite fermées avec des tampons de ouate recouverts extérieurement de papier très épais.

L'obscurité était complète dans l'appareil et la pression intérieure des gaz était toujours en équilibre avec l'atmosphère externe. Le 18 avril suivant, le couvercle était enlevé et on constatait des résultats à peu près identiques à ceux obtenus dans

la première série des cultures dans l'eau : toutes les tiges aériennes avaient bruni et étaient mortes, et de nouvelles pousses s'élevaient faiblement au-dessus du sol *cd* et s'inclinaient, sans s'orienter, dans toutes les directions. On ne pouvait guère constater qu'une différence, c'est que les pousses aériennes étaient un peu plus robustes que les pousses aquatiques.

2e lot. *Position renversée.* — Les résultats donnés par un deuxième lot sont exactement les mêmes. Les touffes de *Polytrichum*, placées sur un filet de corde, occupaient la région moyenne

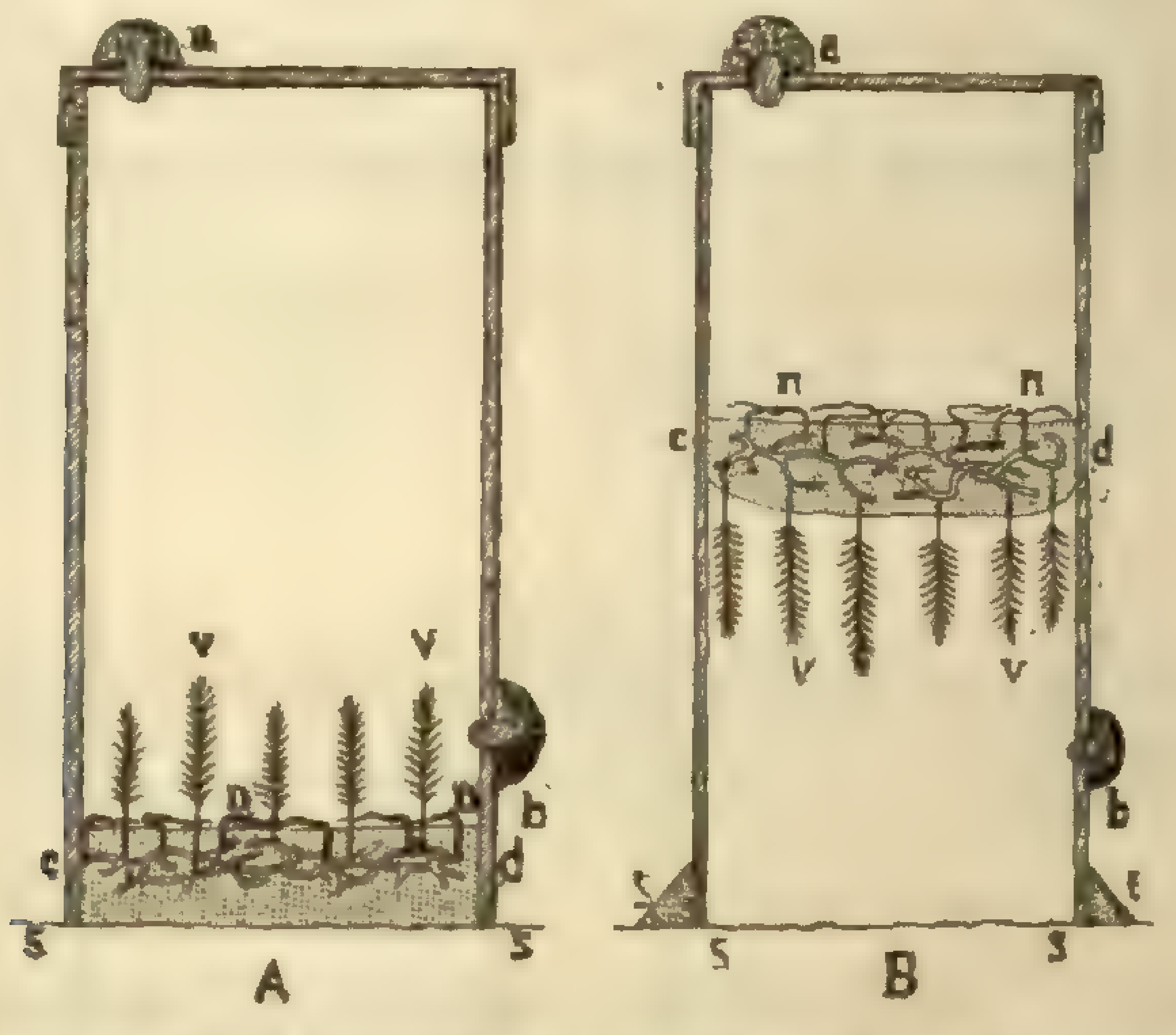


Fig. 59 et 60. — Culture du *Polytrichum juniperinum* dans l'air et dans l'obscurité; A, cylindre de terre cuite reposant sur le sol *s* et fermé supérieurement par un couvercle; *a*, *b*, tampons de coton bouchant les ouvertures des parois; *cd*, sol renfermant les rhizomes; *v* tiges anciennes; *n*, tiges nouvelles croissant vers le haut puis rasant la surface du sol. — B, autre cylindre dans lequel les anciennes tiges *v* ont été renversées; *cd*, sol renfermant les rhizomes et suspendu sur un filet de corde; *n* tiges nouvelles rasant la surface du sol *cd*; *s* sol environnant, *t* talus de sable.

d'un cylindre de grès et les tiges aériennes traversaient les mailles du filet de haut en bas, c'est-à-dire occupaient une position inverse de leur position naturelle (fig. 60, B). L'orifice supérieur du cylindre était fermé par un couvercle mobile percé d'un orifice *a*, par lequel on introduisait de l'eau deux fois par jour et qu'on obturait au moyen d'un bouchon d'ouate. L'extrémité inférieure était plongée dans le sable humide. A la fin de l'expérience, toutes les anciennes tiges s'échappant par la face inférieure du sol *cd* avaient péri, et on voyait s'échapper de la face supérieure des pousses nouvelles en assez grand nombre. Blan-

ches et sinueuses, elles rasaient presque le sol et se dirigeaient latéralement dans tous les sens.

Les résultats trouvés dans cette première série de cultures aériennes sont donc identiques à ceux que nous avons obtenus dans la première série de cultures aquatiques et nous pouvons conclure que :

Les tiges de Mousses aériennes, vivant dans l'obscurité, sont douées d'un pouvoir géotropique négatif très faible.

2e SÉRIE : Cultures dans des récipients éclairés seulement par la face supérieure.

Le dispositif employé était encore très simple dans la 2e série

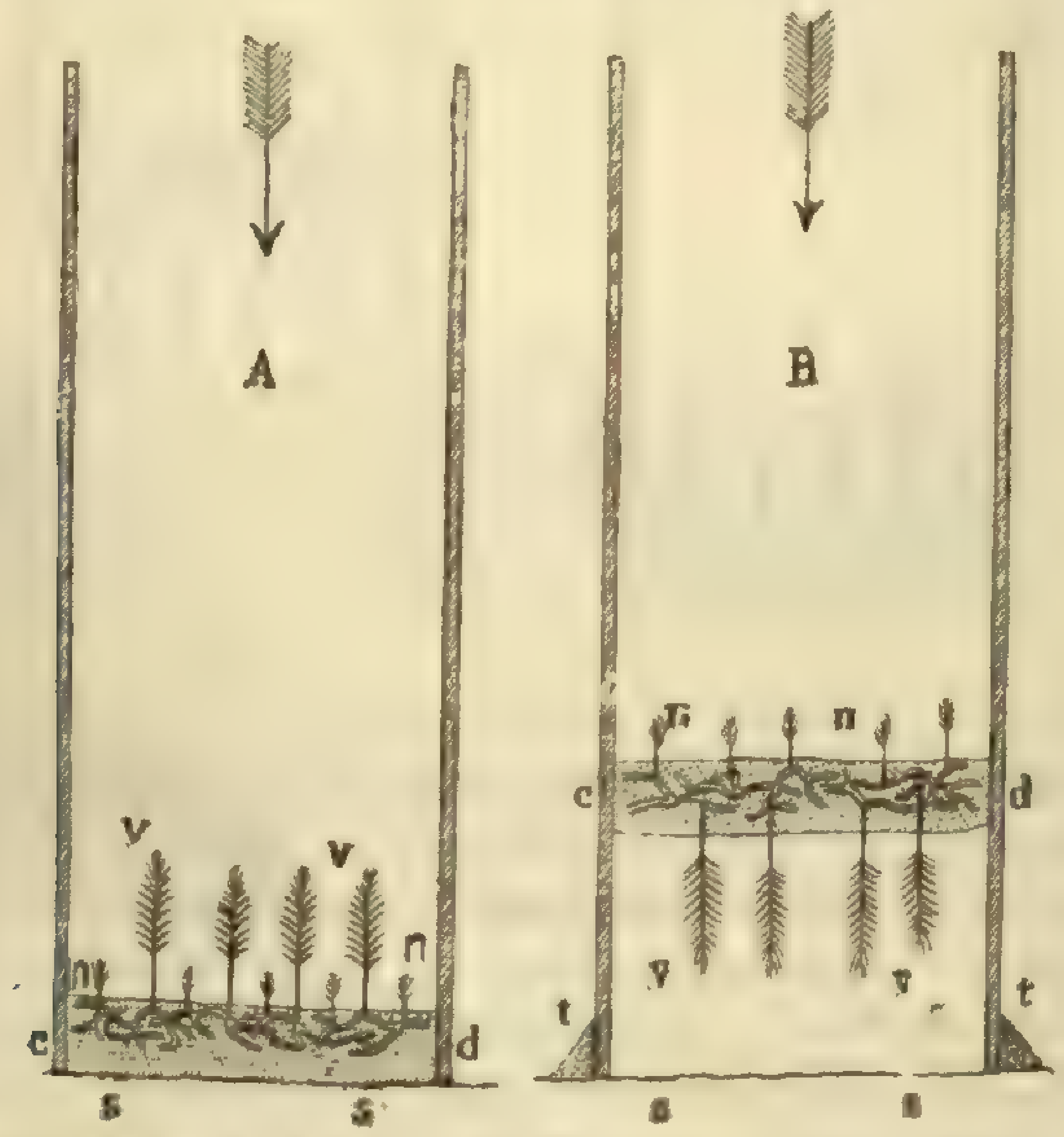


Fig. 61 et 62. — Culture du *Polytrichum juniperinum* dans l'air. L'éclairage est dirigé de haut en bas ainsi que l'indiquent les flèches. Les rhizomes vivent dans un sol *cd* suspendu en B au moyen d'un filet de corde. En A les tiges anciennes *vv* gardent leur position naturelle ; en B elles sont renversées ; *n*, *n*, tiges nouvelles élancées et dirigées vers le haut ; *t*, talus de sable.

d'expériences. Deux tuyaux de grès étaient plongés verticalement dans le sable humide par leur extrémité inférieure, l'extrémité supérieure restant ouverte (fig. 61 et 62). Un filet de corde supportait dans chacun de ces cylindres une touffe de *Polytrichum*. Il était fixé à peu de distance du sol et la touffe garnissait entièrement la surface circulaire intérieure. Dans le cylindre A les touffes étaient placées dans leur position naturelle ; dans le cylindre B elles étaient renversées, les tiges feuillées

traversant les mailles du filet et se dirigeant de haut en bas. L'expérience a duré du 12 janvier au 18 avril.

A cette dernière date, l'examen du cylindre A montrait, à côté des anciennes tiges bien vivantes et d'une coloration vert sombre, des pousses nouvelles robustes, droites et verticales, terminées par une rosette de feuilles jeunes. Dans le cylindre B les nouvelles tiges étaient semblables et dirigées comme les précédentes de bas en haut. Les anciennes tiges dirigées vers le sol étaient brunies et mortes.

Ainsi dans les deux cylindres A et B les tiges nouvelles sont droites, verticales et supérieures au plan horizontal qui passe par leur point d'origine. L'action de la lumière s'est donc ajoutée au pouvoir géotropique, et la résultante de ces deux forces verticales a provoqué sur les sujets de l'expérience une croissance directe de bas en haut. On peut donc résumer ces résultats de la manière suivante :

Les tiges des Mousses aériennes éclairées seulement par le haut sont douées d'un pouvoir héliotropique positif de même sens que le pouvoir géotropique négatif. La résultante de ces deux forces. égale à leur somme, provoque sur les tiges nouvelles une croissance dirigée verticalement de bas en haut.

3e SÉRIE : Cultures dans un récipient éclairé seulement par la face inférieure.

Les expériences de cette série ont été réalisées au moyen de cylindres de grès dont l'extrémité supérieure était garnie extérieurement d'une armature en fer portant deux crochets *o* et *o* (fig. 63 et 64) diamétralement opposés. Au moyen d'une corde attachée à ces deux crochets, on suspendait les deux cylindres au plafond d'une pièce éclairée par une fenêtre latérale. Au-dessous de chaque cylindre était un miroir *m* incliné à 45° et renvoyant verticalement la lumière qu'il recevait horizontalement.

Dans la région supérieure du cylindre A on avait placé sur un filet de corde une touffe de *Polytrichum juniperinum* reposant dans sa position naturelle et garnissant complètement l'espace

circulaire *cd*. Le cylindre était fermé par un couvercle mobile, en sorte que les tiges aériennes se trouvaient dans l'obscurité et que la face inférieure du sol *cd* était seule éclairée. Dans la région supérieure du cylindre B un filet de corde supportait également les touffes de *Polytrichum*, mais les tiges aériennes traversaient les mailles du filet et se dirigeaient de haut en bas, en sens inverse de leur position naturelle. A la fin de l'expérience

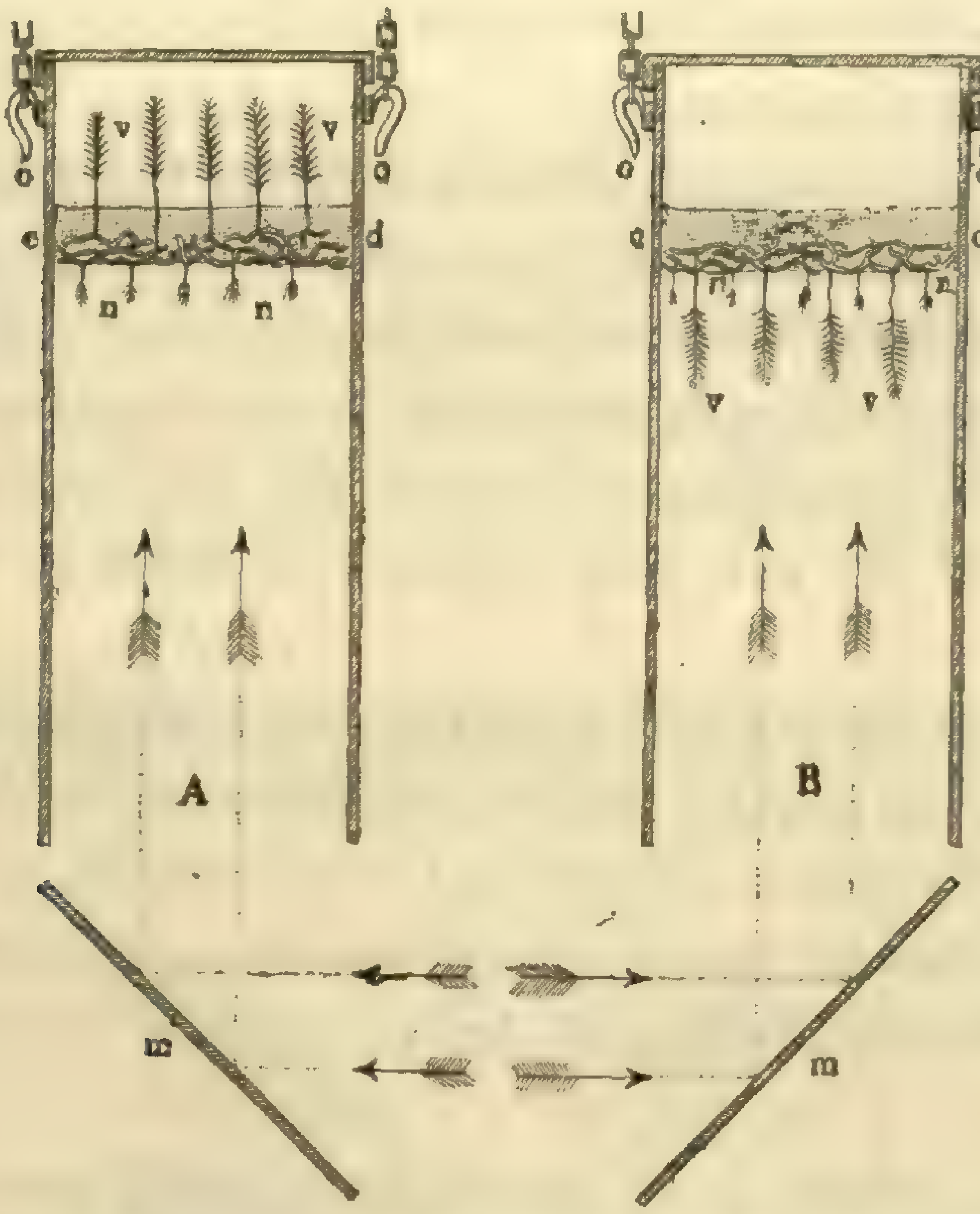


Fig. 63 et 64. — Culture du *Polytrichum juniperinum* dans l'air. L'éclairage est dirigé de bas en haut ainsi que l'indiquent les flèches. La lumière est renvoyée verticalement par un miroir *m*. Les rhizomes vivent dans un sol *cd* suspendu au moyen d'un filet de corde dans un vase en terre cuite. Le vase est lui-même suspendu par des cordes au moyen des crochets *o*. En A, les anciennes tiges *v* gardent leur position naturelle; en B elles sont renversées; *n*, *n* tiges nouvelles dirigées vers le bas.

toutes les anciennes tiges aériennes du cylindre A avaient bruni et péri. Aucune formation nouvelle n'apparaissait sur la face supérieure du sol *cd;* seule la face inférieure présentait un certain nombre de tiges nouvelles droites, verticales, dirigées de haut en bas et terminées par un petit bouquet de feuilles vertes. A la face inférieure du sol *cd* du cylindre B les anciennes tiges aériennes avaient continué de vivre et on observait autour d'elles les nouvelles pousses, identiques à celles du cylindre A.

Dans les deux cylindres chaque tige nouvelle s'est développée au-dessous du plan horizontal passant par son point d'origine et s'est dirigée de haut en bas vers la source lumineuse. Or son pouvoir géotropique la sollicitait verticalement au-dessus de ce plan. L'influence lumineuse a donc été prépondérante. La résultante de ces deux forces, égale à leur différence et dirigée dans le sens de la plus grande, a provoqué une croissance dirigée verticalement de haut en bas.

Nous pouvons donc dire, pour résumer ces observations :

Les tiges des Mousses aériennes éclairées seulement par le bas sont douées d'un pouvoir héliotropique positif et d'un pouvoir géotropique négatif de sens contraire. La résultante de ces deux pouvoirs, égale à leur différence, provoque sur les tiges nouvelles une croissance verticale de haut en bas.

4^e^ SÉRIE : Cultures à la lumière libre.

Elles sont réalisées par la nature, et l'on sait que les tiges aériennes sont toujours dirigées verticalement de bas en haut.

En récapitulant tous les résultats relatifs aux cultures dans l'air et dans l'eau, nous pouvons énoncer les conclusions générales suivantes :

CONCLUSIONS GÉNÉRALES. — *Dans la vie aérienne ou dans la vie aquatique, les tiges des Mousses sont douées d'un pouvoir géotropique négatif et d'un pouvoir héliotropique positif. L'héliotropisme est prépondérant, et les tiges nouvelles dirigent toujours leur croissance vers la source lumineuse, quelle que soit sa direction.*

CHAPITRE III

SOMMEIL HYGROMÉTRIQUE DES MOUSSES

§ I. — Étude des mouvements.

A. — *Expériences fondamentales.*

Si l'on compare les *Polytrics* qui vivent dans les lieux humides avec ceux qui accidentellement se trouvent dans une atmosphère sèche, on constate entre eux des différences très grandes dans la disposition des feuilles par rapport à l'axe. Ainsi tandis que les premiers présentent des feuilles complètement épanouies, les autres montrent leurs feuilles repliées transversalement sur elles-mêmes en même temps qu'elles sont rabattues contre la tige.

Cette observation peut laisser supposer qu'il existe une relation entre ces deux états de la plante et le degré d'humidité de l'air environnant. L'expérience a d'ailleurs confirmé pleinement cette interprétation du phénomène : on peut, en effet, en desséchant ou en saturant d'humidité l'atmosphère ambiante, faire prendre aux tiges du *Polytric* l'un ou l'autre des deux aspects.

1re *Expérience.* — Pour observer plus facilement toutes les phases du mouvement d'une feuille, coupons sur une tige une petite portion qui n'embrasse que deux ou trois insertions. Introduisons la base dans un petit morceau de liège percé préalablement pour la recevoir : la tige se tient verticale sur son piédestal de liège et le mouvement des feuilles ne sera gèné par aucun obstacle. Ce petit appareil est d'abord placé dans l'air humide. Quand l'épanouissement est maximum, c'est-à-dire que les feuilles sont sensiblement horizontales, on le place dans un verre de montre ; à côté de lui sans le toucher on dispose quelques cristaux de chlorure de calcium, et on recouvre le tout au moyen

d'un second verre de montre. L'atmosphère comprise entre les deux verres est presque instantanément desséchée, le mouvement des feuilles commence aussitôt. Voici les résultats obtenus dans une expérience faite le 18 août 1889. L'expérience commence à 10 heures du matin :

10h0'. — La tige est épanouie, les feuilles sont sensiblement horizontales et font avec la tige un angle d'environ 90° (fig. 65).

10h3'. — La feuille se relève par sa base et fait avec la tige un angle d'environ 60°.

10h5'. — La région acuminale se recourbe intérieurement, c'est-à-dire tourne sa concavité vers la tige.

10h7'. — La base du limbe de la feuille se rapproche toujours de la tige et fait avec elle un angle d'environ 45°.

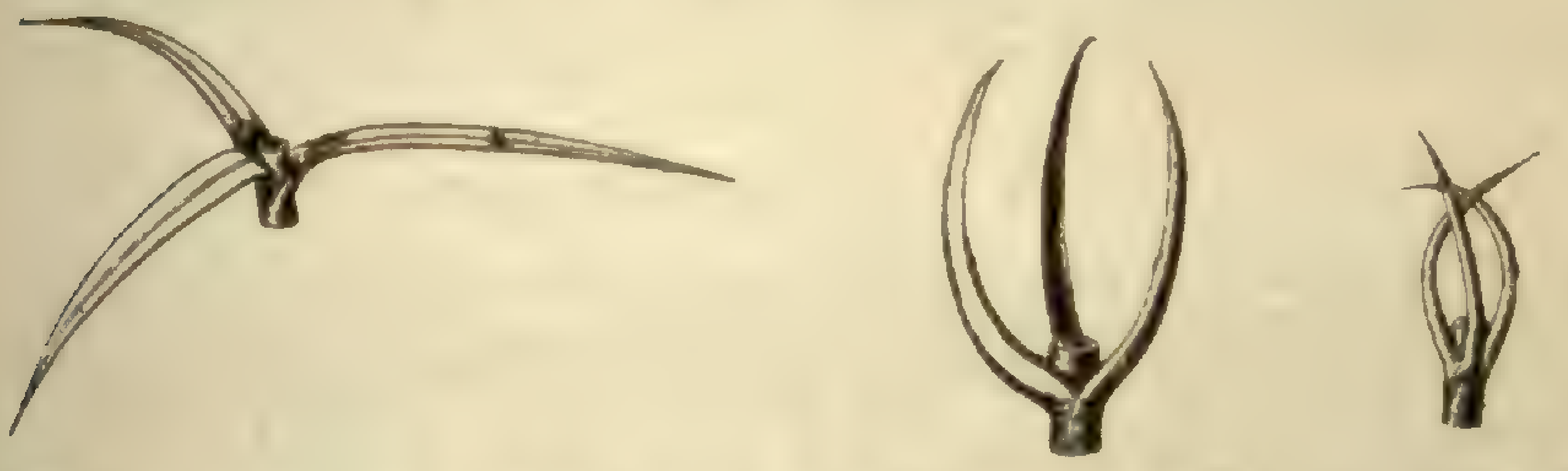


Fig. 65, 66, 67. — Portion de tige feuillée de *Polytrichum juniperinum* à divers états d'épanouissement. — Fig. 65. Position de veille. — Fig. 66. Une des positions de la tige pendant le passage de l'état de veille à l'état de sommeil ou inversement. — Fig. 67. Position de sommeil.

10h9'. — La base du limbe fait avec la tige un angle d'environ 30°, le limbe se courbe dans la région voisine de l'acumen en tournant sa concavité vers la tige (fig. 66).

10h11'. — La base du limbe fait avec la tige un angle voisin de 10°, c'est-à-dire qu'elle est presque verticale. La courbure s'est étendue à toute la longueur du limbe. L'acumen est penché du côté de la tige diamétralement opposé à l'insertion de la feuille.

10h13'. — Les trois feuilles sont entrecroisées et conservent indéfiniment cet état si on les laisse dans l'atmosphère sèche (fig. 67).

Expérience inverse. — On peut provoquer non moins facilement sur les feuilles le passage de l'état sec à l'état d'épanouissement complet ; il suffit de transporter la portion de tige dans un verre de montre contenant de l'eau et de couvrir le tout avec un second verre de montre. L'expérience qui a suivi la précédente a donné les résultats suivants :

10h30'. — La base des feuilles est sensiblement verticale et les extrémités acuminales sont entre-croisées (fig. 67).

10h32'. — Le limbe diminue sa courbure et l'extrémité de l'acumen est verticalement au-dessus de la tige.

10h34'. — La base du limbe fait avec la tige un angle d'environ 30°. La courbure de l'acumen est nulle.

10h36. — La base du limbe fait avec la tige un angle d'environ 45°. La courbure du limbe est nulle à son tour.

10h38. — L'acumen est courbé en sens inverse, c'est-à-dire que sa face concave est tournée vers l'extérieur.

10h40'. — La base du limbe fait avec la tige un angle voisin de 60°. La partie du limbe voisine de l'acumen commence à se courber de manière à tourner sa concavité vers l'extérieur.

10h43'. — La concavité externe du limbe est maxima.

10h45'. — La base du limbe fait avec la tige un angle voisin de 90°, et le limbe reste légèrement convexe sur sa face supérieure. Les feuilles sont épanouies et conservent indéfiniment cet état si on les laisse dans une atmosphère humide (fig. 65).

Il résulte de ces deux expériences que *pour passer de l'état d'épanouissement à l'état fermé ou inversement, la feuille exécute deux mouvements simultanés, savoir : 1° un mouvement de rotation verticale dans le plan axial de la tige, c'est-à-dire un mouvement d'articulation du limbe avec la gaine ; 2° un mouvement de flexion longitudinale qui débute dans l'acumen et s'étend ensuite au limbe tout entier.*

On peut se demander maintenant si les feuilles d'une même tige exécutent leurs mouvements simultanément ou consécutivement, et, si les mouvements sont consécutifs, dans quel sens ils se succèdent.

2e *Expérience.* — Coupons une tige au ras du sol et introduisons la base non feuillée dans un morceau de liège, percé à cet effet, qui servira de piédestal. Introduisons-la dans un récipient contenant une atmosphère humide, et, quand elle est complètement épanouie, portons-la dans un second récipient contenant de l'air sec. Nous observerons les stades suivants, indiqués dans le tableau d'une expérience que j'ai faite le 19 août 1889 :

10h0'. — La tige entière est épanouie.

10h,2'. — Les premières feuilles inférieures tournent leur concavité vers la tige.

10h,5'. — Les feuilles du premier tiers inférieur de la tige sont complètement rapprochées d'elle ; celles du deuxième tiers s'inclinent

vers la tige et tournent leur concavité vers elle; celles du tiers supérieur sont encore ouvertes.

10h7'. — Les feuilles de la moitié inférieure de la tige sont toutes fermées, celles du tiers supérieur tournent leur concavité vers la tige.

10h10'. — Les feuilles des deux tiers inférieurs de la tige sont fermées, celles du tiers supérieur font avec la tige un angle d'environ 45°.

10h12'. — Les feuilles qui entourent le point végétatif font encore avec l'axe de la tige un angle voisin de 30°.

10h20'. — Les feuilles du sommet de la tige entre-croisent leurs extrémités acuminales; la tige est complètement fermée (fig. 68).

Expérience inverse. — Portons la tige fermée dans un récipient contenant une atmosphère humide. Les mouvements sont plus lents à se produire, mais ils se produisent dans le même sens, ainsi qu'on peut le voir à l'inspection du tableau suivant résumant les résultats d'une expérience faite le 19 août 1889 :

2h00'. — La tige est complètement fermée (fig. 68).

2h5'. — Les feuilles du premier tiers inférieur font avec la tige un angle de 45° et leur face interne devient convexe. Le reste de la tige est fermé.

2h10'. — Les six feuilles les plus inférieures sont complètement ouvertes.

2h20'. — Toutes les feuilles du tiers inférieur de la tige sont complètement ouvertes. Les feuilles inférieures du tiers moyen de la tige font avec elle un angle d'environ 30°, et leur face interne devient convexe dans le sens de la longueur.

2h30'. — Toutes les feuilles du tiers moyen de la tige s'écartent légèrement et leur face interne devient convexe longitudinalement.

3h00'. — Toutes les feuilles de la moitié inférieure de la tige sont complètement ouvertes.

3h15'. — Les dernières feuilles du tiers moyen de la tige font avec l'axe un angle voisin de 45°.

3h30'. — Les feuilles supérieures de la tige cessent d'entre-croiser leurs extrémités acuminales.

3h45'. — Les feuilles du tiers supérieur s'écartent légèrement de la tige.

4h00'. — Les feuilles supérieures cessent d'être concaves et deviennent droites longitudinalement. Les feuilles des deux tiers inférieurs sont ouvertes.

4h15'. — Les feuilles inférieures du tiers supérieur de la tige font avec l'axe un angle d'environ 45°.

4h30'. — La tige est aux trois quarts épanouie.

4h45'. — Les feuilles du sommet s'écartent de la tige et font avec son axe un angle voisin de 45°.

5h00'. — La tige est complètement épanouie.

Ainsi : que la tige du *Polytrichum* passe de l'air humide

dans l'air sec ou de l'air sec dans l'air humide, le mouvement des feuilles se produit de bas en haut. On peut hâter l'épanouissement d'une tige fermée en la plongeant complètement sous l'eau; le mouvement des feuilles s'effectue dans le même ordre, mais le temps nécessaire à l'épanouissement ne dépasse jamais vingt minutes.

Nous pouvons conclure des expériences précédentes que *pendant le passage de l'état d'épanouissement à l'état fermé, ou inversement, le mouvement foliaire se propage de bas en haut sur la tige.*

B. — *Choix d'une dénomination.*

J'ai désigné sous le nom de *sommeil hygrométrique* l'état d'une tige de Mousse dont les feuilles sont fermées dans l'air sec.

Le nom de sommeil employé seul semble n'être pas appliqué à juste titre si l'on s'en rapporte au sens que lui ont assigné jusqu'ici les physiologistes. On comprend en effet sous ce nom, chez les végétaux supérieurs, un ensemble de mouvements qui peuvent se produire sous l'influence de causes variées telles que la température, la lumière, le contact ou l'anesthésie. Or, ici, nous avons affaire à un phénomène produit par une cause unique et bien définie : la plus ou moins grande quantité d'eau contenue dans la feuille.

Cependant quelle dénomination pourrait être plus justement appliquée à cet état de la plante? Voyons d'abord quel est cet état. Ce n'est pas celui d'une plante fanée puisque des tiges maintenues fermées pendant trois ou quatre mois se rouvrent en quelques heures dans un air saturé d'humidité.

Dans la position fermée, la plante continue à respirer et la fonction assimilatrice n'y est pas interrompue. Il est vrai d'ajouter que la fonction respiratoire est affaiblie et que la fonction assimilatrice l'est davantage encore; c'est du moins ce que je crois avoir démontré dans les deux chapitres suivants.

Mais cette diminution d'intensité dans la respiration et dans la

fonction chlorophyllienne, n'est-elle pas elle-même un argument en faveur de la désignation, par les mots *sommeil* et *veille*, des états successifs que prennent les tiges des Mousses dans l'air sec et dans l'air humide?

C'est ce que j'ai pensé en me servant d'une expression employée jusqu'ici pour désigner des phénomènes d'un autre ordre. Mais pour qu'on ne puisse confondre un état provoqué par l'action de la vapeur d'eau avec les positions diverses que prennent les feuilles sous l'influence de la lumière, il convient d'indiquer en même temps le phénomène et sa cause physiologique. Nous appellerons donc *sommeil hygrométrique* l'état d'une tige de Mousse dont les feuilles sont fermées, et *mouvements hygrométriques* les mouvements exécutés par les feuilles pendant le passage de l'état de veille à l'état de sommeil ou inversement.

C. — *Mouvements des feuilles dans le sens transversal.*

En observant le passage de l'état de veille à l'état de sommeil on a pu remarquer qu'au fur et à mesure qu'elle se rapproche de la tige la feuille paraît se contracter dans le sens de sa largeur et prend une apparence filamenteuse.

Elle exécute en effet des mouvements dans le sens transversal et ces mouvements, de même que les mouvements longitudinaux, peuvent peut-être protéger la plante contre une sécheresse excessive. Mais ils ne sont guère observables à l'œil nu à cause des faibles dimensions de cet organe.

Pour les étudier il est préférable de les provoquer sur la coupe transversale d'une feuille examinée au microscope.

Expérience. — On peut faire une coupe transversale sur une feuille épanouie, puis porter la coupe dans une goutte d'eau sur la lame du microscope et recouvrir le tout d'une lamelle mince. La coupe plongée dans l'eau atteint son maximum d'épanouissement et les deux moitiés du limbe se trouvent dans un même plan perpendiculaire au plan de symétrie de la feuille. Pour observer

tous les passages de l'état de veille à l'état de sommeil, on laisse la préparation se dessécher par suite de l'évaporation du liquide compris entre la lame et la lamelle. Mais cette évaporation est toujours très longue; elle demande au moins deux ou trois jours de surveillance continue. De plus l'expérience ne réussit pas toujours à cause de l'adhérence que la coupe finit par contracter avec la lame ou la lamelle, adhérence qui est quelquefois assez forte pour paralyser les mouvements de la feuille et la maintenir ouverte même à l'état sec.

L'expérience inverse est beaucoup plus courte et ne présente pas plus de difficultés; l'inconvénient que je viens de signaler n'existe pas, et on est toujours sûr de réussir.

On commence par provoquer l'état de sommeil sur une tige entière en desséchant l'atmosphère ambiante. Quand elle est complètement fermée on en détache quelques feuilles, sur lesquelles on pratique des coupes transversales sans faire usage d'aucun liquide. On place les coupes sur une lame de verre et on les recouvre d'une lamelle sèche.

Si on examine une de ces coupes on constate que la feuille est complètement fermée comme dans la figure semi-théorique (A, fig. 69). Les deux bords latéraux du limbe se sont rapprochés du plan de symétrie et les régions marginales sont venues se rencontrer sur ce plan, de telle sorte que le limbe de la feuille forme un canal longitudinal dont les parois internes sont constituées par les lames chlorophylliennes.

Portons maintenant sur la lame et tout près du bord de la lamelle une goutte d'eau que nous ferons arriver en contact avec la lamelle par un mince filet tracé au moyen d'une aiguille. L'eau s'introduit par capillarité entre la lame et la lamelle, mais à cause de l'étroitesse du canal qui l'amène, elle y glisse assez lentement. Ce détail a son importance, car si on permettait à l'eau d'arriver brusquement la feuille s'ouvrirait elle-même brusquement, et l'observation du mouvement serait impossible.

La petite quantité d'eau qui pénètre entre les deux lames suffit pour saturer l'air compris, et la feuille commence à s'ouvrir. On peut alors noter les faits suivants (fig. 69 et 70, A et B) :

De chaque côté du plan de symétrie, la portion de la nervure comprise entre les limites *aa'* et *bb'* a exécuté un mouvement de rotation autour d'un point de la ligne *aa'* de telle sorte que la direction de l'épiderme externe de cette région est maintenant tangente à la courbe de l'épiderme externe de la région centrale.

En même temps, la région *ab* diminue sa courbure et cesse d'être convexe extérieurement.

La portion du limbe comprise entre les limites *bb'* et *cc'*

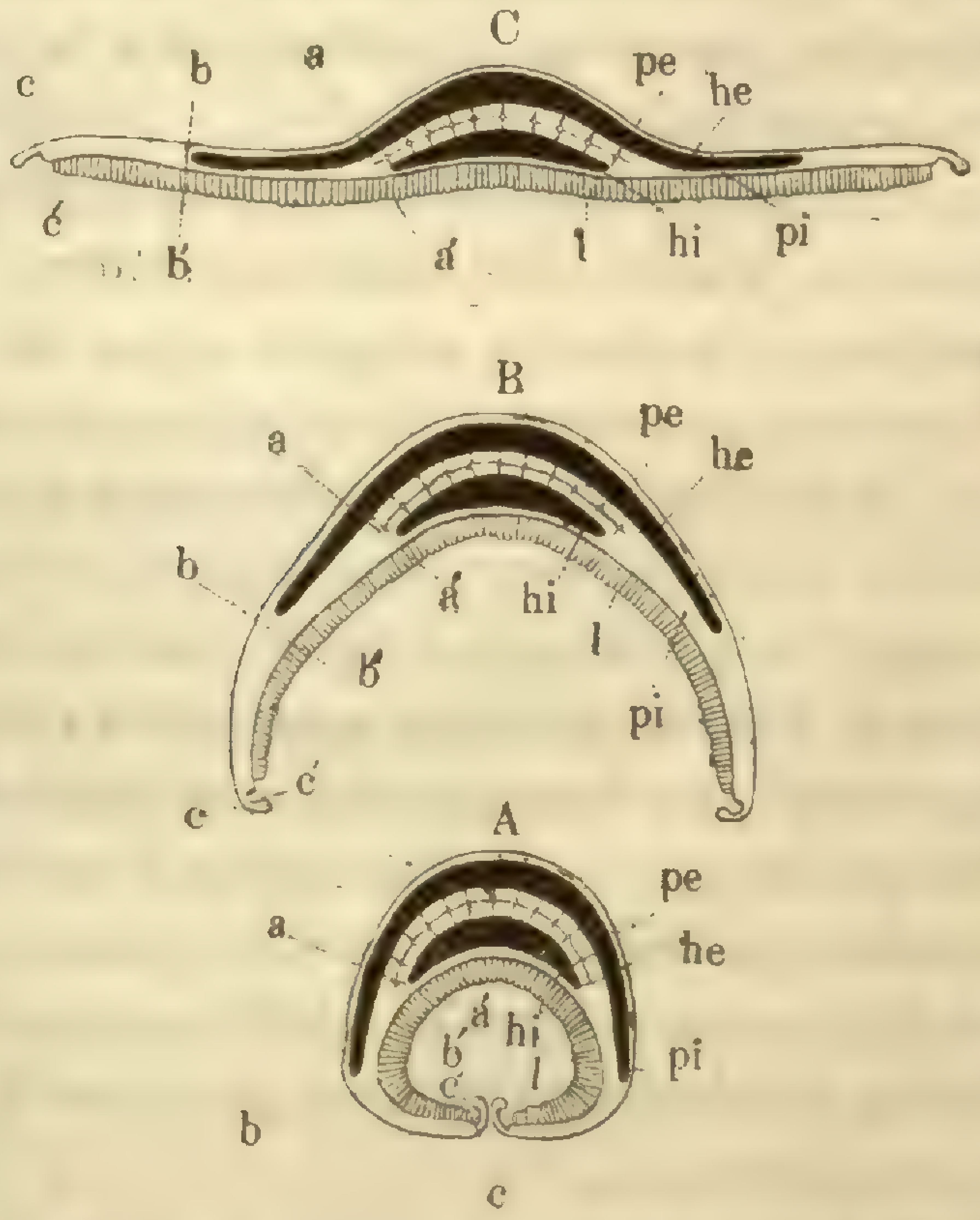


Fig. 68. — Tige feuillée de *Polytrichum juniperinum* dans la position de sommeil.
Fig. 69 à 71. — Coupes transversales de la feuille de *Polytrichum juniperinum*. — A, position de sommeil dans laquelle la feuille est refermée sur elle-même ; B, position de veille dans laquelle la feuille est complètement ouverte ; C, une des positions de la feuille pendant le passage de la veille au sommeil ou inversement ; *pe*, épiderme externe ; *he*, hypoderme externe ; *hi*, hypoderme interne ; *pi*, épiderme interne ; *l*, lames chlorophylliennes ; *aa'* ligne passant par l'articulation interne ; *bb'* ligne passant par l'articulation moyenne ; *cc'*, ligne passant par l'articulation marginale.

a exécuté un mouvement de rotation autour d'un point de la ligne *bb'*, de telle sorte que la direction de son épiderme externe s'est rapprochée de celle de l'épiderme externe de la région *ab*.

En même temps la région *bc* diminue sa courbure et par suite sa convexité extérieure.

Enfin la région marginale de la feuille située au delà de la limite *cc'* et qui occupait en A une position perpendiculaire à la direction de l'épiderme externe de *b* à *c*, s'écarte de cette position en tournant autour d'un point de *cc'* et tend à venir se placer dans le prolongement de cet épiderme.

Faisons maintenant arriver l'eau en grande quantité sous la lamelle et nous verrons la feuille s'épanouir complètement et présenter l'apparence indiquée en C (fig. 71).

Pendant le passage de la position B à la position C on a pu faire les remarques ci-après :

La portion médiane de la nervure a diminué légèrement sa courbure générale et sa convexité extérieure.

La portion de la nervure comprise entre les limites *aa'* et *bb'* a continué son mouvement de rotation autour d'un point de la ligne *aa'*, de sorte que son épiderme externe a maintenant dépassé la direction de l'épiderme externe du centre de la nervure.

En même temps la région *ab* se courbe légèrement dans le voisinage de l'axe et présente une faible concavité extérieure. La portion du limbe comprise entre les limites *bb'* et *cc'* a continué son mouvement de rotation autour d'un point de la ligne *bb'* de telle sorte que la direction de son épiderme externe a atteint celle de l'épiderme externe de *ab*. En même temps la région *bc* diminue sa courbure et elle n'est plus que faiblement convexe sur sa face extérieure.

Enfin la région terminale située au delà de la limite *cc'* continue son mouvement de rotation autour d'un point de *cc'*; l'angle qu'elle fait avec le prolongement de l'épiderme de la région *bc* tend vers zéro, et elle atteint sa position limite quand elle est située sur ce prolongement.

Quand le mouvement cesse, la feuille est complètement épanouie et se présente sous l'aspect indiqué (fig. 71, C).

Nous pouvons donc déduire de ces observations les conclusions suivantes :

Quand une Mousse passe de l'état de veille à l'état de sommeil ou inversement, chaque feuille exécute des mouvements dans le sens transversal. Ces mouvements peuvent se décomposer, de part et d'autre du plan de symétrie, en mouvements de rotation ou d'articulation et mouvements de flexion transversale. Le mouvement de flexion transversale embrasse toutes les parties de la feuille et il est d'autant plus prononcé que l'on se rapproche davantage de la région marginale du limbe.

De chaque côté du plan de symétrie, la feuille exécute trois mouvements de rotation autour de trois axes parallèles à ce plan : le plus interne est situé entre le plan de symétrie et le bord de la nervure; le plus externe est situé à la limite du limbe et de la région marginale; le moyen est situé à la limite de la nervure et du limbe.

§ II. — Causes anatomiques des mouvements.

A. — *Mouvements longitudinaux.*

Nous avons vu que ces mouvements peuvent se décomposer en deux principaux : 1° un mouvement de rotation du limbe dans le plan axial; 2° un mouvement général de flexion du limbe. Il y a lieu de rechercher quelles sont les dispositions anatomiques qui favorisent l'exécution de ces mouvements.

1° *Mouvement de rotation ou mouvement d'articulation du limbe avec la gaine.*

Le limbe de la feuille n'acquiert sa constitution définitive qu'à une certaine distance de la ligne d'articulation et cette ligne conserve exactement la structure anatomique de la gaine. Revenons donc à la coupe transversale de la gaine (fig. 1, pl. 13).

Nous pouvons y distinguer des tissus de nature purement cellulosique (épiderme interne, éléments internes et externes des faisceaux de la nervure) et des tissus de résistance (cuticule de l'épiderme externe, hypodermes interne et externe).

Les tissus de résistance sont donc plus abondants du côté de la face externe de la feuille que du côté interne.

Cela posé, considérons une tige feuillée placée dans l'air saturé d'humidité. Chacune des feuilles s'est ouverte et se dispose dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe. Par suite de la saturation de l'air, la transpiration de la plante diminue et les tissus cellulosiques sont gorgés d'eau ou turgescents. Cette turgescence a pour effet de dilater les cellules dans tous les sens. Elle produit ainsi un allongement longitudinal du côté interne, car le côté externe, comprenant surtout des tissus de résistance, ne peut s'allonger également. Par suite ce dernier côté s'incline et s'écarte de la tige.

Transportons maintenant la tige dans l'air sec. La transpiration augmente brusquement, la turgescence des cellules diminue. Il en résulte une contraction des tissus cellulosiques qui tend à raccourcir la surface interne d'articulation. La surface externe plus résistante ne peut se raccourcir en même temps; par suite il y a rapprochement vers l'axe de la base du limbe et rotation du limbe autour de la région d'articulation. On sait que cette rotation s'étend de 0° à 90°.

On pourrait objecter que l'hypoderme interne est, à cause de sa position, un obstacle à la contraction des éléments du faisceau. Mais, d'une part, on sait que l'hypoderme interne est moins puissant que l'hypoderme externe; d'autre part, la contraction des cellules épidermiques internes provoque une courbure de l'hypoderme sous-jacent et ce mouvement concorde avec celui des tissus de résistance plus externes.

2° *Mouvement général de flexion du limbe.* — Revenons maintenant à la coupe transversale du limbe de la feuille (Pl. 13, fig. 2). Les tissus de résistance y sont représentés comme dans la gaine par la cuticule externe, l'hypoderme externe et l'hypoderme interne; les tissus cellulosiques par un faisceau très étendu, un épiderme interne très développé et les lames chlorophylliennes.

Quand la plante passe de l'air humide dans l'air sec, la contraction a lieu dans tous les éléments du faisceau et de l'épiderme interne; elle a lieu également dans toute l'étendue de chacune des lames chlorophylliennes. La face interne tend donc à se rac-

courcir, et, comme les tissus de résistance ne peuvent se raccourcir en même temps, la feuille s'incline vers l'axe en se courbant dans toute sa longueur.

Quand, au contraire, la plante passe de l'air sec dans l'air humide, la contraction des tissus cellulosiques internes cesse et l'élasticité des tissus de résistance suffit à ramener la feuille dans sa position d'épanouissement. Quand l'humidité est extrême, les cellules internes deviennent turgescentes et la face interne de la feuille tend à s'allonger. Comme la face externe ne peut le faire à cause des tissus résistants, la feuille exécute un mouvement de flexion en sens contraire et la face interne ou supérieure devient convexe.

En résumé, *les mouvements longitudinaux de la feuille pendant le passage de l'état de veille à l'état de sommeil sont causés par la contraction des tissus cellulosiques qu'elle renferme et les mouvements inverses sont causés par la turgescence de ces mêmes tissus.*

B. — *Mouvements dans le sens transversal.*

a. *Mouvements d'articulation.* — Ils s'exécutent, avons-nous dit, autour de trois axes parallèles au plan de symétrie de la feuille, et ces trois axes sont situés : le plus interne à égale distance du plan de symétrie et du bord de la nervure, le plus externe à la limite du limbe et de la région marginale, le moyen à la limite de la nervure et du limbe. — Ces trois axes sont pairs. Étudions chacun d'eux en particulier.

1° *Articulation interne.* — L'axe de rotation est situé à l'intérieur du limbe sur la droite *aa'* (fig. 21 à 23). Or la figure nous montre que cette droite passe par la région voisine de la terminaison de l'hypoderme interne. Si l'on se reporte à la coupe transversale de la feuille (fig. 2, pl. 13, *ai*), on voit que dans cette région les tissus de résistance sont figurés seulement par la cuticule épidermique externe et par l'hypoderme externe ; et que les tissus cellulosiques comprenant les derniers éléments du fais-

ceau et l'épiderme interne y sont très développés. Qu'arrive-t-il quand la feuille passe de l'air humide dans l'air sec? Toutes les cellules du tissu cellulosique voisines de l'extrémité de l'hypoderme interne se contractent dans le sens transversal; cette contraction tend à raccourcir la surface interne chlorophyllienne et épidermique. Mais l'hypoderme externe ne peut se raccourcir en même temps, et l'hypoderme interne empêche les cellules épidermiques sous-jacentes de se prêter au mouvement, de sorte que la face externe du limbe tourne autour de l'extrémité hypodermique interne; sa surface *ab* vient se placer sur le prolongement de la surface médiane de la nervure, puis dépasse cette position en se rapprochant toujours du plan de symétrie de la feuille.

2° *Articulation moyenne.* — La figure 71 (C) montre que la droite *bb'* sur laquelle paraît se trouver l'axe moyen d'articulation passe par la région voisine de la terminaison de l'hypoderme externe. Si l'on se reporte, comme plus haut, à la coupe transversale du limbe de la feuille, on voit que, dans cette région, le seul tissu de résistance est la cuticule de l'épiderme externe, tandis que les tissus cellulosiques sont représentés par les deux épidermes en contact. Lorsque la contraction a lieu, l'hypoderme externe gêne les cellules épidermiques sous-jacentes et les empêche de se prêter au mouvement, du moins dans une certaine mesure. D'autre part la cuticule résiste et ne peut se raccourcir; la face externe *bc* du limbe tourne donc autour de l'extrémité hypodermique externe. Mais cette extrémité s'étant déplacée par suite de la rotation de la portion *ab*, il en résulte que la portion *bc* subit un mouvement de translation pendant qu'elle exécute son mouvement de rotation. La rotation de *bc* autour de son axe peut atteindre 90° environ, ainsi que l'indique la figure (69, A). — Celle de la région *ab* était beaucoup moins considérable.

3° *Articulations marginales.* — Nous avons vu que la rotation de la région marginale s'exécute autour d'un axe passant par la région *cc'* voisine de la terminaison du limbe. La coupe transversale du limbe de la feuille montre que cette région n'est formée

que d'une seule épaisseur de cellules situées sur le prolongement des cellules épidermiques externes et pourvues, comme celles-ci, d'une cuticule externe. Cette cuticule constitue ici l'unique tissu de résistance, les parois externes et latérales de ces cellules étant purement cellulosiques. Quand la feuille passe de l'état de veille à l'état de sommeil, les cellules marginales se contractent du côté interne ; par suite de la résistance de la cuticule, cette contraction provoque dans la région traversée par *cc'* une courbure qui entraîne la rotation de la partie terminale, laquelle, située d'abord sur le prolongement du limbe, devient perpendiculaire à *bc* à la limite de son mouvement. Mais l'extrémité du limbe s'étant déplacée par suite de la rotation de *bc* et de *ab*, la région marginale subit en même temps que son mouvement de rotation deux mouvements de translation, l'un causé par le déplacement de *bc*, l'autre par celui de *ab*. Lorsque les deux régions marginales viennent au contact l'une de l'autre sur le plan de symétrie de la feuille, le mouvement cesse et la feuille garde indéfiniment cette position tant que les conditions hygrométriques de l'atmosphère ambiante ne sont pas changées.

b. *Mouvement transversal de flexion du limbe.* — L'examen des diverses positions prises par la feuille pendant qu'elle exécute ses mouvements d'articulation montre que chaque portion de la feuille comprise entre deux axes de rotation subit une flexion qui a pour effet d'augmenter la concavité de la face interne de la feuille. En effet, si, dans les figures 69 à 71, on compare les trois positions A, B et C de la portion médiane de la nervure, on constate que pour passer de la position C à la position A, cette portion a augmenté sa courbure. L'augmentation de courbure est beaucoup plus appréciable sur la portion *ab* et encore davantage sur la portion *bc*. Elle est du reste facile à expliquer : la contraction des tissus cellulosiques dans le sens transversal amène un rétrécissement de la face interne de chaque portion de la feuille. Ce rétrécissement provoque une courbure d'autant plus considérable que les tissus de résistance sont moins abondants.

Nous pouvons donc dire, en résumant les observations précédentes :

Pendant le passage de l'état de veille à l'état de sommeil ou inversement, la feuille exécute de chaque côté du plan de symétrie un mouvement général de flexion transversale et trois mouvements d'articulation latérale autour de trois axes parallèles. Ces trois axes sont situés : le plus interne à la terminaison de l'hypoderme interne, le suivant à la terminaison de l'hypoderme externe, le plus externe à la terminaison de l'épiderme interne.

Ces mouvements sont causés par la contraction ou la turgescence des tissus cellulosiques de la feuille.

Pendant le passage de la veille au sommeil, la contraction a pour résultat d'augmenter la concavité interne de la feuille jusqu'à ce que les deux régions marginales viennent se toucher sur le plan de symétrie. Pendant le passage du sommeil à la veille, la turgescence diminue au contraire la concavité interne de la feuille jusqu'à ce qu'elle soit nulle et que les deux moitiés symétriques du limbe se trouvent sur un même plan.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX

RELATIFS AUX MÉTHODES DE TECHNIQUE

PUBLIÉS EN 1889, 1890 ET JUSQU'EN AVRIL 1891

Nous suivrons dans cette Revue le même ordre que celui que nous avons déjà employé dans une Revue analogue publiée en 1889 (*Revue générale de Botanique*, t. I).

I. — Méthodes de conservation et de culture.

Chacun sait que les plantes mises dans l'alcool deviennent assez rapidement brunes. Pour empêcher cette coloration M. de Vries (1) ajoute à l'alcool de l'*acide chlorhydrique*; pour 100 parties d'alcool faible ou concentré il ajoute 2 parties d'acide fort du commerce; il ne faut pas dépasser cette proportion, mais il n'y a pas d'inconvénient à rester un peu en deçà; les vases contenant les plantes sont mis à la lumière pendant quelque temps, l'alcool devient brun jaune pâle, parfois brun foncé; on change alors l'alcool et les plantes sont bien décolorées.

Pour atteindre le même but M. Overton (2) emploie l'*acide sulfureux*. Il traite du sulfate de soude pulvérisé par de l'acide sulfurique et un tube à dégagement conduit le gaz dans l'alcool. Pour 100 grammes d'alcool on emploie environ 1 demi-gramme de sulfate de soude et quelques centimètres cubes d'acide sulfurique. L'opération ne dure guère qu'une minute. Les plantes ainsi traitées peuvent fort bien, à l'état de coupes, êtres colorées par les méthodes ordinaires.

Les plantes peuvent encore, sans brunir, être conservées dans une solution aqueuse ou alcoolique d'acide picrique où l'on fait arriver de l'acide sulfureux.

D'après M. Fayod (3) la meilleure manière de conserver des échantillons d'Agarics destinés à des recherches microscopiques ultérieures c'est de les laisser se dessécher *lentement*. Les exemplaires sont mis ensuite dans des

(1) De Vries : *Eine Methode zur Herstellung farbloser Spirituspräparate*. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, vol. VII, 1889).

(2) Overton : *Mikrotechnische Mittheilungen aus dem botanischen Laboratorium der Universität Zurich*. (Zeitschift für wissenschaftliche Mikroskopie, vol. VII, 1890).

(3) Fayod : *Prodrome d'une histoire naturelle des Agaricinées*. (Annales des sciences naturelles, 7e série, t. IX, 1889).

capsules de papier qu'il est bon de coller dans un double de papier dont le format, pour être pratique, ne doit pas dépasser 25 centimètres sur 20. Ces doubles réunis par genres se placent dans une couverture en carton comme celle d'un livre qui se ferme par une paire d'attaches.

Ainsi conservés les exemplaires doivent ensuite, quand on les étudie, être coupés *à sec*. Les coupes sont placées pour l'étude dans de l'eau contenant peu d'ammoniaque si les filaments sont à parois épaisses, et dans de l'ammoniaque concentrée ou de la potasse diluée si les parois sont minces.

On peut également conserver les échantillons dans l'alcool. Pour éviter une dépense considérable, on peut ne les laisser que deux ou trois jours dans l'alcool, puis on les met tout imbibés d'alcool dans une capsule de papier sur laquelle sont inscrites au crayon les indications nécessaires. Ces capsules peuvent alors être réunies par groupes dans des bouteilles à large col au haut desquelles on place, avant de les boucher avec le plus grand soin, un tampon de coton imbibé d'alcool.

Si l'on a affaire à de très grosses espèces, on peut n'en conserver qu'une coupe médiane assez épaisse. Quand on veut étudier ensuite les échantillons ainsi conservés, il est bon de les durcir préalablement un peu en les plaçant dans de l'alcool à 80 ou 90 degrés.

Il va sans dire qu'on ne place les champignons dans l'alcool qu'après avoir noté tous les caractères qui ne peuvent être bien vus que sur le frais, et avoir pris des dessins soignés et coloriés.

Pour conserver les organismes microscopiques, M. Migula (1) conseille l'emploi du *sérum* du sang. On stérilise et on filtre le sérum, on y ajoute 10 p. 100 de glycérine, et on fait évaporer dans une étuve à 45° ou 50°. On arrête l'opération quand le liquide a une consistance sirupeuse, et l'on conserve dans un lieu sec et des bouteilles bien bouchées. Quand on veut l'employer, on en dissout une petite quantité dans 10 à 15 fois son volume d'eau et l'on en met une goutte sur le porte-objet. Dans cette goutte, à l'aide d'une pipette, on place les organismes à étudier, algues microscopiques, infusoires, etc. Ils sont rapidement fixés et l'on fait sécher jusqu'à la consistance du sérum non dissous. On recouvre d'une lamelle trempée préalablement du côté où l'on doit l'appliquer dans un mélange de 40 parties de glycérine, 20 d'alcool absolu, 40 d'eau. On dessèche environ deux heures dans l'étuve à 45 ou 50° et l'on ferme la préparation avec de la laque.

M. Overton (2) fixe les êtres microscopiques à l'aide des vapeurs d'acide osmique ou des vapeurs d'iode ; il suffit par exemple de chauffer dans un tube une paillette d'iode ; en retournant le tube au-dessus de la lamelle qui porte dans une goutte d'eau l'objet à étudier, les vapeurs d'iode très lourdes tombent et fixent l'abjet ; on chauffe quelques minutes à 40° pour chasser l'excès d'iode. Puis à la préparation on ajoute une goutte d'alcool à 20° ; on laisse cet alcool se concentrer lentement en plaçant le tout dans un cristallisoir bien fermé et contenant au fond de l'alcool absolu ; puis on ajoute une goutte de celloïdine en solution très étendue que l'on répartit bien unifor-

(1) Migula : *Methode zur Conservirung niederer Organismen in mikroskopischen Präparaten* (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, vol. VII, 1890).
(2) Overton : *Loc. cit.*

mément sur la lamelle; quand c'est sec on plonge dans l'alcool à 80° qui durcit la celloïdine. On procède ensuite à la coloration. Si l'on veut monter dans le baume, on ne peut pour déshydrater employer l'alcool absolu qui dissout la celloïdine ; on prend de l'alcool à 80° ou 84° seulement, puis on met dans la créosote ou même dans un mélange en parties égales d'alcool à 90° et de créosote, puis de là dans le baume.

M. Beyerinck (1) a cultivé des algues vertes unicellulaires par une méthode analogue à celles qu'on emploie pour les Bactéries et les moisissures. Il a opéré sur le *Chlorococcum protogenitum* et le *Rhapidium naviculare*. De l'eau est bouillie avec 10 p. 100 de gélatine et, avant que ce ne soit solidifié, on ajoute une goutte d'eau contenant les algues. Dans cette première culture se développent souvent en outre des Bactéries liquéfiant la gélatine ; mais pendant deux à trois semaines on peut avec une loupe très bien distinguer de ces Bactéries les colonies d'algues vertes ; on les resème sur une nouvelle gélatine et l'on a une culture pure.

II. — Manière de traiter les coupes.

a. — Inclusions.

La paraffine et la celloïdine sont toujours les deux subtances les plus usitées pour inclure, et les anatomistes s'efforcent de perfectionner leur mode d'emploi pour diminuer les inconvénients que peuvent présenter suivant les cas ces substances.

M. L. Koch a publié un mémoire fort étendu sur les inclusions à la paraffine (2). D'abord il faut *déshydrater* complètement les coupes, et cette opération doit se faire progressivement, surtout quand il s'agit de tissus très riches en eau et à parois minces ; les tissus se déformeraient si l'eau leur était soustraite brusquement. On met donc d'abord dans de l'alcool à 25 p. 100 seulement ; puis de temps en temps on ajoute de l'alcool absolu pour concentrer la liqueur ; il est bon, pour que les objets s'imprégnent bien et des divers liquides et de la paraffine, qu'ils soient découpés de façon à n'avoir que quelques millimètres d'épaisseur.

Quand la déshydratation est déjà très avancée, on remplace le liquide employé précédemment par de l'alcool absolu dans lequel on laisse les objets séjourner environ dix heures, puis par un autre alcool absolu où le séjour doit durer six heures environ.

Les objets doivent alors être non seulement entourés, mais complètement imprégnés de paraffine. On prend de la paraffine fondant à environ 54° et on la dissout vers 35° dans du chloroforme. C'est dans ce bain que l'on place les objets à inclure. On fait évaporer lentement le chloroforme dans une étuve à 37° ; cette opération exige environ une douzaine d'heures ; on s'aperçoit qu'elle est terminée, lorsqu'en plaçant dans la masse une petite baguette métallique chauffée on ne voit se former aucune bulle gazeuse.

(1) Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, 1890.
(2) Koch : *Ueber Paraffineinbettung and ihre Verwendung in der Pflanzenanatomie* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik., vol. XXI, 1890).

On oriente alors les objets à l'aide d'une aiguille chauffée; on les dispose de façon que la paraffine encore liquide les recouvre d'une mince couche, puis, pour que le durcissement de la paraffine soit rapide, bien homogène, sans formation de bulles de gaz, on fait plonger le vase contenant les objets dans de l'eau froide.

Les petits morceaux de paraffine qui renferment les objets ne doivent pas avoir plus de 3 à 5 millimètres d'épaisseur. On les fixe sur un plus gros bloc, et l'on fait les coupes au microtome.

Pour fixer les coupes sur les porte-objets, on emploie un mélange de 1 partie de collodion et de 2 d'essence de girofle. On porte à l'étuve pour chasser l'essence de girofle; les coupes sont alors fixées sur une pellicule de collodion et imprégnées de paraffine fondue. On laisse refroidir et la paraffine se solidifie de nouveau.

Maintenant, pour enlever la paraffine, on plonge les porte-objets pendant environ 1 quart d'heure dans la térébenthine; on met 1 quart d'heure au moins dans l'alcool absolu pour chasser la térébenthine, puis, si l'on ne veut pas employer le baume de Canada on lave bien à l'eau en laissant plusieurs heures dans l'eau et même ensuite faisant couler un lent courant d'eau sur les porte-objets. On monte ensuite les préparations dans la glycérine ou la gélatine glycérinée.

Après être entré dans une foule de détails, l'auteur termine en indiquant les divers tissus qu'il a soumis à ce traitement, et l'épaisseur extrêmement faible des coupes qu'il a pu obtenir dans les différents cas.

M. Strasser, dans deux articles successifs (1), donne des indications détaillées, non sur les inclusions elles-mêmes, mais sur la manière d'opérer après l'inclusion à la paraffine effectuée. D'abord M. Strasser emploie souvent pour conserver ses coupes des *porte-objets provisoires*, qui, sans permettre une étude de détail, permettent cependant l'étude à la loupe ou à un microscope faible. Ces porte-objets translucides sont en *papier*. L'auteur fait passer des bandes de papier, soit dans un bain de cire, soit dans une solution de gomme glycérinée formée de 100 parties d'eau, 50 de gomme arabique, 20 de glycérine.

Il faut fixer les coupes à ces porte-objets en papier. Pour cela on étend d'abord sur le papier un liquide fixateur formé de 1 partie de *collodion concentré double* (2) et de 3 parties d'*huile de ricin*. Dessus on place les coupes qui adhèrent au papier, et pour rendre l'adhérence plus grande on recouvre ces coupes d'un autre fixateur un peu différent du précédent contenant 2 parties de collodion concentré double pour 1 seulement d'huile de ricin. Ces porte-objets ont l'avantage d'être très flexibles, très maniables.

Les coupes ainsi bien fixées sont alors transportées dans un bain de térébenthine qui dissout la paraffine et durcit le collodion.

On colore ensuite si l'objet n'a pas été antérieurement coloré en bloc. Les

(1) Strasser : *Ueber die Nachbehandlung der Schnitte bei Paraffineinbettung* (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, vol. VI, p. 150, 1889 et vol. VII, p. 304, 1890).

(2) Ce collodion concentré double a la composition suivante : éther 8 parties, alcool concentré 1, coton-poudre 1.

porte-objets retirés de la térébenthine sont essuyés soigneusement au papier filtre, mis dans l'alcool qui dissout la térébenthine et ensuite passés aux solutions aqueuses ou alcooliques colorantes.

La coloration effectuée, on déshydrate par l'alcool à 80° puis l'alcool absolu, on éclaircit dans un mélange de 3 parties de xylol et 1 de phénol, puis on monte les coupes dans de la résine ou de la paraffine, soit sur des porte-objets provisoires d'un papier rendu translucide par immersion dans le xylol, soit sur des porte-objets définitifs en verre.

Si l'objet a été coloré dans son ensemble, les coupes, en sortant du bain de térébenthine, peuvent, comme plus haut, être montées sur papier ou sur verre, soit dans la résine, soit dans la paraffine.

C'est à la celloïdine que M. Apathy (1) donne la préférence comme matière d'inclusion, et voici le résumé des renseignements qu'il fournit :

D'abord la celloïdine, telle que la livre le commerce, est généralement trop riche en eau, et alors en passant dans l'alcool elle devient molle, cassante, insuffisamment transparente. Il faut la laisser se dessécher complètement dans un air sec, et dans ce cas elle est plus dure, plus élastique, moins cassante, et surtout plus transparente.

Pour inclure on fait passer successivement les objets dans des solutions de plus en plus concentrées de celloïdine dans un mélange en parties égales d'alcool et d'éther. Dans un tel mélange on met d'abord de la celloïdine en quantité telle qu'il y ait saturation, qu'il reste de la substance gonflée non dissoute. On décante et la solution ainsi obtenue est une *solution mère* au moyen de laquelle on fait les autres solutions plus étendues dont on a besoin.

Ainsi en prenant un certain volume de la solution mère et la dissolvant dans un volume égal du mélange d'alcool et d'éther dans les proportions indiquées plus haut on a une première solution. On en fait une seconde, en dissolvant un volume de cette première dans le même volume du mélange d'alcool et d'éther, puis une troisième en opérant sur la seconde comme on a opéré sur la première pour faire la seconde. Cette dernière contient donc 1 volume sur 8 de la solution mère. C'est dans cette troisième que l'on place, pendant environ vingt-quatre heures, les objets préalablement déshydratés par l'alcool absolu. De là on les fait passer le même temps environ dans la seconde solution, puis dans la première qui est véritablement la masse à inclusion.

Cette dernière masse et les objets à couper sont introduits dans de petits vases de verre à fond bien plan ; on a recommandé parfois de petites boîtes de papier ; mais le fond ne reste pas plan, le papier se détache difficilement de la celloïdine et, inconvénient plus grave, il est perméable aux gaz et des bulles d'air viennent prendre la place dans la celloïdine de l'alcool et de l'éther qui s'évaporent. Ces inconvénients n'existent pas avec de petits cristallisoirs en verre. On oriente les objets avec une aiguille de façon qu'il reste toujours au fond du vase une petite épaisseur de celloïdine au-dessous de l'objet.

(1) Apathy : *Mikrotechnische Mittheilungen* (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, vol. VI, p. 165, 1889).

Un tel vase étant rempli de celloïdine contenant les objets, on le recouvre d'un couvercle bien hermétique, car à l'air libre une couche superficielle se durcit rapidement et empêche le dégagement des bulles gazeuses qui peuvent exister à l'intérieur, tandis que dans un vase bouché la pellicule se redissout dans les vapeurs d'alcool et d'éther; au bout de quelques heures, la celloïdine a bien imprégné l'objet, on enlève le couvercle et on recouvre le vase de verre d'une simple cloche. Éther et alcool s'évaporent lentement, toutes les bulles gazeuses qui pouvaient exister ont disparu; aussi quand une couche superficielle s'est durcie, on peut dessus verser de l'alcool à 70 p. 100; on recouvre d'une cloche, on laisse de la sorte de six à vingt-quatre heures; alors la celloïdine est bien uniformément durcie et bonne à être sectionnée. On enlève facilement le petit morceau du vase de verre et on le fixe au moyen de la solution à inclusion définie précédemment, sur un morceau de moelle de sureau. Le tout est mis dans l'alcool à 70° pendant environ un quart d'heure et alors on peut faire les coupes sans que la celloïdine se détache du sureau.

L'auteur conseille d'enduire légèrement le rasoir de vaseline pour faire les coupes.

b. Colorations.

Les colorations ont pour résultat soit de faire distinguer les tissus les uns des autres, soit de faire voir dans les cellules des éléments particuliers qui, non colorés, échapperaient à l'observation.

Ainsi les lecteurs de la *Revue générale* ont appris que l'on peut distinguer dans diverses Mousses une écorce et une zone péricyclique, pour employer les expressions de M. Bastit (1). Ces deux tissus ont leurs cellules à peu près semblables, et sont difficiles à distinguer si l'on n'emploie pas de colorant. Au contraire en présence de diverses substances colorantes ils se comportent différemment.

On fait absorber par la tige une solution de *tannin*, on effectue les coupes, on les plonge dans le *rouge congo;* le tannin est monté dans la tige par la zone péricyclique, il fixe une plus grande quantité de colorant là où il a été absorbé; cette zone se distingue donc de l'écorce par une couleur plus vive. On peut ensuite plonger les coupes dans l'hypochlorite de soude, puis la potasse, pour enlever tout le contenu des cellules, les laver rapidement, puis les transporter dans une solution d'acide phosphorique. Elles se colorent entièrement en bleu, on les lave à l'alcool absolu qui les décolore, sauf dans les régions qui ont absorbé le tannin. La zone péricyclique se détache en bleu sur l'écorce.

Pour apercevoir divers éléments figurés de la cellule, on peut employer la méthode de M. Zimmermann (2).

Les coupes sont fixées sur le porte-objet, débarrassées de leur paraffine par le xylol, du xylol par l'alcool, puis dessus on met une solution de *fuchsine acide*, obtenue en dissolvant 20 grammes de fuchsine acide dans

(1) Bastit : *Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses* (Revue générale de Botanique, vol. III, 1891).

(2) Zimmermann : *Botanische Tinctionsmethoden* (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, vol. VII, 1890).

100 c.c. d'eau d'aniline ; on chauffe un peu sans faire bouillir, il n'y a pas d'inconvénient à ce que le liquide se dessèche sur la coupe, puis au bout de deux à cinq minutes on lave dans une solution contenant deux parties d'eau pour une d'une solution alcoolique concentrée d'acide picrique ; on chasse l'acide picrique par l'alcool absolu, on met dans le xylol, puis l'on monte dans le baume. De cette façon on colore les leucoplastes des jeunes tissus et aussi des corpuscules spéciaux du tissu assimilateur, des sortes de granules.

En plaçant les coupes dans une solution aqueuse de fuchsine acide à 0,2 p. 100 pendant vingt-quatre heures au moins, puis lavant dans l'eau courante, on voit très nettement colorés les granules du tissu assimilateur dont il est question plus haut, les grains de chlorophylle, qui dans la suite du traitement ont été décolorés, restent incolores ainsi que les nucléoles ; au contraire dans les noyaux de diverses Fougères et certaines Phanérogames on aperçoit fortement colorés des cristalloïdes protéiques.

Le *vert d'iode* en solution concentrée colore parfaitement les chromatophores, surtout si ensuite on fait agir le brun de Bismarck ; après lavage ces chromatophores sont verdâtres ou violets, le reste étant brunâtre. Si après la coloration on fait agir une solution étendue de potasse ou d'ammoniaque, les noyaux colorés auparavant se décolorent presque entièrement, et sont verdâtre clair, tandis que les chromatophores sont presque violets. La fuchsine ammoniacale aussi colore fortement ces éléments.

Ajoutons ici quelques mots sur les colorations des Bactéries.

Les méthodes employées pour colorer les Bactéries sont nombreuses ; il nous est impossible de les exposer toutes avec détails, signalons la suivante utile surtout pour colorer des Bactéries, développées dans des tissus (1).

Les coupes des tissus durcis déjà à l'alcool sont transportées dans le *bleu de méthylène phéniqué* et on les y laisse environ une demi-heure, on lave à l'eau pure puis à l'*eau acidulée* de façon à ne laisser subsister qu'une très faible coloration bleue ; on transporte ensuite dans une solution de *carbonate de lithium* et les coupes doivent y rester un temps assez variable suivant l'épaisseur de la coupe, son degré de coloration, la nature du tissu. Pour toutes ces questions de temps il est impossible de donner des règles précises, chaque anatomiste doit acquérir l'expérience ; disons seulement que les coupes ne doivent rester que peu de temps dans ce réactif, une simple immersion suffit parfois. On relave à l'eau pure, puis on déshydrate par l'alcool absolu. On place ensuite les coupes dans un *mélange de bleu de méthylène et d'huile d'aniline*, puis dans l'huile d'aniline pure, enfin dans la térébenthine. On éclaircit par un bain ou même deux bains successifs de xylol pour enlever la térébenthine, et enfin l'on monte dans le baume.

Les divers bains que nous avons indiqués dans le courant du paragraphe précédent sont constitués de la façon suivante :

Bleu de méthylène phéniqué. — On dissout 1 gr. 1/2 de bleu de méthylène dans 10 centimètres cubes d'alcool absolu, puis on ajoute progressivement 100 c.c. d'une solution à 5 p. 100 d'acide phénique. Le pouvoir décolorant de

(1) *Kühne's Methyleneblue Method of staining Bacteria* (Americ. Mon. Microsc. Journal, vol. X, 1889).

cette solution diminue avec le temps ; il faut donc ne faire de ce réactif que les quantités dont on a besoin pour quelques jours.

Eau acidulée. — 580 c.c. d'eau dans lesquels on verse 10 gouttes d'acide nitrique.

Carbonate de lithium. — 6 à 8 gouttes d'une solution saturée de carbonate de lithium dans 10 c.c. d'eau distillée.

Huile d'aniline et bleu de méthylène. — On broie dans un mortier 1/2 gr. de bleu de méthylène dans 10 c.c. d'huile d'aniline; on obtient de cette façon une solution saturée ; il reste même au fond un peu de la substance non dissoute. Pour se servir de ce liquide, on en ajoute à de l'huile d'aniline un nombre de gouttes plus ou moins grand suivant le degré de coloration que l'on veut.

Une chose difficile à voir dans les Bactéries, ce sont les cils vibratiles : leur diamètre est extrêmement faible et leur réfringence très voisine de celle des milieux dans lesquels on examine habituellement les Bactéries. On a eu l'idée d'essayer un double bain, le premier jouant le rôle de mordant, comme en teinture, le second le rôle de colorant. Voici les bains dont se sert M. Lœffler (1).

Mordant. — A 10 c. c. d'une solution aqueuse de *tannin* à 20 p. 100 on ajoute goutte à goutte une solution de *sulfate de fer*, jusqu'à ce qu'on obtienne un liquide violet noir, puis on ajoute 3 à 6 c. c. d'une *décoction de campêche* (1 partie de bois dans 8 d'eau), de façon à arriver à une teinte violet sale. La solution obtenue peu se conserver plusieurs jours et sa couleur pendant ce temps devient de plus en plus foncée. Il faut la conserver dans des vases bien bouchés, et elle se conserve mieux quand on a ajouté quelques gouttes d'une solution à 5 p. 100 d'acide phénique.

Colorant. — On colore avec le *bleu de méthyle*, le *violet de méthyle* ou la *fuchsine*. On prend environ 100 c.c. d'une solution aqueuse saturée d'aniline, on ajoute 1 c. c. d'une solution de soude à 1 p. 100, et c'est au liquide obtenu qu'on ajoute 4 à 5 grammes du colorant que l'on veut employer.

Les milieux de culture sont généralement riches en albumine, et cela est un inconvénient parce que l'albumine donne généralement un précipité avec le mordant ; il faut donc rendre le milieu pauvre en albumine; pour cela on en dilue une petite quantité dans de l'eau distillée, un peu de cette eau dans une nouvelle eau distillée et de même deux ou trois fois, et c'est sur le liquide obtenu en dernier lieu qu'il faut opérer.

La lamelle portant le liquide où sont les Bactéries est séchée à l'air puis passée à la flamme ; on verse le mordant et l'on chauffe à la flamme jusqu'à ce que le liquide fume faiblement, on reverse l'excès de mordant et l'on filtre sur la lamelle deux ou trois gouttes de colorant ; on chauffe doucement, quand on juge la coloration suffisante on lave et la préparation est terminée.

M. Trenkmann (2) conseille pour colorer les cils des Bactéries d'opérer de

(1) Lœffler : *Nouvelle méthode de coloration des microorganismes, surtout de leurs cils et de leurs flagelles* (Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, vol. VI).

(2) Trenkmann : *Die Färbung der Geisseln von Bacillen und Spirillen* (Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. vol. VI, 1889).

la façon suivante : Ajouter une goutte d'eau distillée à une goutte du liquide contenant le Bacille, laisser sécher à l'air sans chauffer, mettre la préparation de deux à douze heures dans une solution de 1 p. 100 de tannin additionnée de 1/2 p. 100 d'acide chlorhydrique, puis colorer ; le meilleur colorant paraît être la fuchsine phéniquée dans laquelle la préparation est laissée de deux à quatre heures ; enfin laver à l'eau. Une solution d'extrait de campêche additionnée de 1/2 p. 100 d'acide chlorhydrique ou gallique ou de 1 à 2 p. 100 d'acide phénique donne également de bons résultats.

Terminons cette étude sur la manipulation des coupes par l'indication de deux substances employées récemment pour fixer les coupes sur les porte-objets.

Comme fixatif M. Gravis (1) emploie l'agar. On dissout à chaud l'agar dans de l'eau distillée, puis on filtre et on conserve dans des bouteilles bien bouchées. Sur les porte-objets bien lavés, d'abord à l'eau distillée puis à l'eau pure, on étend le fixatif avec un pinceau et on y dépose les coupes incluses dans la paraffine. Le fixatif sèche, les coupes adhèrent très bien. On dissout la paraffine par la térébenthine et on chasse la térébenthine par l'alcool absolu.

Pour monter les coupes M. Faris (2) préfère à la glycérine et au baume, une solution de gomme arabique dans la glycérine. Dans un mélange de trois parties de glycérine et de trois parties d'eau on fait dissoudre à chaud quatre parties de gomme arabique. On ajoute un peu de thymol, on filtre ; on obtient une solution très transparente.

c. *Réactifs microchimiques divers.*

La distinction des matières albuminoïdes et des alcaloïdes est assez difficile à faire ; on ne saurait donner trop de réactions permettant de caractériser ces deux sortes de substances. M. Errera (3) donne les indications suivantes : Les alcaloïdes sont solubles : 1° dans l'alcool absolu ; 2° dans l'acide tartrique dissous dans la proportion de 1 gr. dans 20 c. c. d'alcool absolu ; 3° dans l'acide chlorhydrique à la dose 0,2 c. c. dans 5 c. c. d'eau et 95 d'alcool absolu. Les matières protéiques, au contraire, ou sont complètement insolubles, ou au moins laissent un résidu insoluble, même après un long traitement dans ces mêmes réactifs.

M. Mangin (4), continuant ses recherches sur la composition de la membrane, donne plusieurs réactifs permettant de reconnaître les diverses sortes de substances qui existent dans la membrane.

Ainsi la phénosafranine colore en jaune orangé les composés pectiques, et le bleu de méthylène les colore en bleu. En outre ces composés se colorent par la chrysoïdine, le violet Hoffmann, le brun de Bismark si le liquide est

(1) Gravis : *Emploi de l'agar pour fixer les préparations* (Journal de Micrographie, t. XIV, 1890).
(2) Faris : *Glycerogum as a mounting Medium* (Microscope. vol. X, 1890).
(3) Errera : *Sur la distinction microchimique des alcaloïdes et des matières protéiques.*
(4) Mangin : *Communications diverses dans les Comptes Rendus de l'Académie des sciences*. 1890.

neutre ou très peu acidulé par l'acide acétique, mais ces colorations disparaissent si on fait agir ensuite l'alcool ou la glycérine. Ce dernier caractère permet de distinguer les composés pectiques de la lignine que l'alcool ni la glycérine ne décolorent pas après l'action du violet d'Hoffmann ou du brun de Bismarck.

La callose se colore en bleu par le bleu d'aniline et l'acide rosolique; elle ne se colore pas par la phénosafranine ou le bleu de méthylène; elle se colore en jaune et non en bleu par les réactifs iodés. Il est donc facile de la distinguer et de la cellulose, et des composés pectiques.

M. Lüdtke (1) donne des renseignements précieux sur les réactifs permettant d'étudier les divers éléments qui entrent dans les grains d'aleurone. On peut trouver dans ces grains: 1° la membrane; 2° la substance fondamentale: 3° les inclusions (cristalloïdes protéiques, globoïdes, cristaux d'oxalate de chaux).

La membrane se dissout très facilement dans une solution de potasse étendue. La substance fondamentale se dissout dans une solution saturée de phosphate de chaux, elle devient granuleuse si on la durcit par le sublimé corrosif; elle conserve mieux son aspect normal tout en se durcissant et devenant facile à étudier, si l'on emploie l'alcool absolu pendant deux ou trois jours. Les cristalloïdes sont éclaircis par l'eau de chaux et dissous moins rapidement que par une solution de potasse: ils sont insolubles dans l'eau et dans le phosphate de soude. Au contraire les globoïdes se dissolvent dans ce dernier réactif. Ce phosphate permet de distinguer le noyau protéïque qui existe souvent dans les cristaux d'oxalate de chaux; ce noyau s'éclaircit d'abord, puis se dissout, le cristal restant très longtemps inattaqué.

(1) Lüdke : *Beiträge zur Kenntniss der Aleuronkörner* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1889).

(A suivre.) L. Dufour.

REVUE DES TRAVAUX

DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS D'AVRIL 1890 A JUIN 1891 *(Suite)*.

Chaque feuille ou foliole douée de mouvement présente, en général, à sa base un renflement moteur, et c'est à la différence de turgescence des deux faces de ce renflement qu'on attribue d'ordinaire les mouvements de veille et de sommeil. M. Leclerc du Sablon (1) propose une explication un peu différente; la cause du mouvement ne résiderait pas tant dans la pression interne des cellules que dans les propriétés de la paroi. Si, en effet, on met dans l'eau une coupe assez mince, ne contenant que très peu de cellules intactes, on la voit se recourber pour se mettre dans la position de sommeil. Il n'y a pas ici à faire intervenir le protoplasme, car le même phénomène se reproduit alors même que la coupe a été plongée dans l'alcool ou dans l'eau de Javel.

D'après M. Leclerc du Sablon, les mouvements seraient, par suite, dus tantôt (sommeil diurne) à ce que les cellules corticales du côté convexe sont plus élastiques que celles du côté concave, tantôt (sommeil nocturne) à ce que ces mêmes cellules du côté convexe, ayant des parois tres épaisses, se gonflent et, par suite, se détendent avec plus de force que celles du côté opposé. Les parois cellulaires entreraient donc pour une part importante dans ces mouvements de veille et de sommeil.

Enfin signalons encore les travaux de MM. Wiesner, Kraus et Vöchting. Les deux premiers ont trait à la végétation. M. Wiesner (2) constate que certaines graines, celles de Seigle, de Blé, de Vesce, par exemple, germent plus vite lorsqu'elles ont été préalablement soumises à une élévation de température. De même la gelée, qui est nuisible quand la graine renferme de l'eau, accélère, au contraire, la germination quand la graine est sèche; pour les bourgeons, également, le développement est d'autant plus précoce que ces bourgeons ont eu à supporter un froid plus vif. Ainsi s'expliquerait, d'après M. Wiesner, le fait que, dans les contrées froides comme sous les climats chauds, à ces deux limites extrêmes de température, toutes les phases de la végétation, au lieu de se prolonger comme dans nos régions tempérées, se succèdent avec rapidité.

(1) Leclerc du Sablon : *Sur le sommeil des feuilles* (Revue générale de Botanique, août 1890).

(2) Wiesner : *Œster. bot. Zeitschrift*, 1889.

M. Kraus (1) montre que la vigueur de végétation peut dépendre de la profondeur à laquelle la graine a été enterrée. Lorsque le semis est trop superficiel, la plante se développe mal. Il n'y a aucun rapport d'ailleurs entre la profondeur du semis et le volume de la graine; ainsi, parmi les Céréales, le Maïs est une de celles qui souffrent le plus d'un semis trop profond. Les Légumineuses paraissent, au moins dans certaines limites, assez indifférentes. Un exemple curieux de l'influence de la profondeur est donné par la Pomme de terre. Les yeux qui se développent le mieux sont toujours ceux qui se trouvent à la profondeur optimum; ce sont donc tantôt les yeux supérieurs, tantôt les yeux inférieurs. Il en résulte que, malgré la différence de profondeur à laquelle peuvent se trouver placés plusieurs tubercules de Pomme de terre, les pousses les plus vigoureuses partent toujours du même niveau.

Les expériences de M. Vöchting (2) se rapportent à l'étude de la greffe. L'auteur remplace, sur des plantes ligneuses et des racines charnues, certaines parties par d'autres. Il a réussi ainsi, en coupant l'extrémité de la racine principale et en l'implantant plus haut sur le pivot, à en faire une racine latérale; il a pu également, d'autre part, souder en différents endroits, aussi bien transversalement que longitudinalement, des morceaux de tissu de Betterave, longs de 15 à 20 millimètres, larges et profonds de 10 à 12 millimètres. Toutefois la greffe ne réussit plus aussitôt qu'on change l'orientation du fragment, soit en retournant ce fragment de bas en haut, soit en plaçant sa face externe en dedans et sa face interne en dehors.

Les résultats sont, de tous points, les mêmes lorsqu'on soude entre eux des tissus différents. On peut donc dire de la cellule qu'elle a un haut et un bas, ou, en d'autres termes, qu'elle présente une polarité. Dans les essais de greffage, cette polarité ne doit pas être négligée; elle a, comme on voit, une certaine importance.

II. — *Chimie végétale.*

En résumant, l'année dernière, les résultats jusqu'alors acquis au sujet de l'assimilation de l'azote libre par les Légumineuses, nous nous sommes surtout préoccupé du fait même de l'assimilation sans insister sur la nature et la constitution des nodosités renfermant les organismes qui seraient, d'après la majorité des auteurs, les agents essentiels de cette fonction. Les travaux que nous devions analyser ne nous fournissaient pas l'occasion de développer ce dernier point. Cette année, au contraire, les recherches ayant de nouveau porté sur ce côté de la question, nous en profiterons pour rappeler les conclusions des principaux travaux antérieurs qui s'y rapportent.

Les nodosités des Légumineuses naissent, comme les radicelles, de la couche périphérique du cylindre central de la racine. Elles peuvent affecter suivant l'espèce de la plante qu'on considère, des formes variées, mais dans tous les cas, la constitution interne est la même. Une nodosité, à l'état

(1) Kraus : *Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik*, 1890.
(2) Vöchting : *Botanische Zeitung*, 1890.

adulte, présente toujours deux catégories de cellules distinctes : les unes, occupant la portion centrale, sont très grandes et remplies d'un contenu granuleux ; les autres, constituant l'écorce, dans laquelle se trouvent des cordons libéro-ligneux, sont petites et hyalines. C'est dans les grandes cellules centrales que se trouvent les petits corps bactériformes, désignés par M. Brunchorst sous le nom de *bactéroïdes*.

Les bactéroïdes ont, en moyenne, un μ de diamètre transversal ; leur forme est assez constante pour une même espèce, mais varie d'une espèce à l'autre, elle simule tantôt en T, tantôt en Y, tantôt des figures plus irrégulières encore.

Sous l'influence des réactifs, les bactéroïdes se comportent comme des bactéries banales, auxquelles, dès 1866, M. Woronine les avait comparés. C'est surtout dans les cellules âgées de la nodosité qu'on trouve les bactéroïdes ; dans les cellules jeunes l'aspect du contenu est tout autre, on n'observe alors que des filaments protoplasmiques non cloisonnés, assez irréguliers, qui traversent les membranes cellulaires et se renflent çà et là en masses ovoïdes ou sphériques, sessiles ou pédicellées, isolées ou réunies par deux ou trois sur un même support.

Il y a donc à distinguer deux sortes de production ou d'organismes dans les cellules centrales des nodosités ; d'une part, des bactéroïdes, abondants surtout dans les cellules âgées ; de l'autre, des filaments protoplasmiques avec renflements, surtout visibles dans les cellules jeunes. Nous résumerons en quelques mots les diverses opinions auxquelles a donné lieu la nature de chacune de ces productions.

Pour les bactéroïdes, l'opinion générale est celle émise dès 1866 par M. Woronine : ces corps seraient des bactéries. Cette manière de voir n'est cependant pas partagée par tous les auteurs. M. Brunchorst et M. Vuillemin regardent plutôt les bactéroïdes, non comme des êtres vivants, mais comme des corps albuminoïdes formés dans le protoplasma des cellules des tubercules. M. Frank (1), s'est rangé récemment à cet avis. Les bactéroïdes seraient des productions normales de la Légumineuse, formées sous l'influence de bactéries, dont le parasitisme provoquerait la formation des tubercules. On ne les trouverait pas seulement, d'ailleurs, dans les tubercules, mais encore dans les cellules des racines ordinaires, dans le parenchyme de la tige des pétioles, des nervures des feuilles, et même, chez le haricot, dans le fruit et dans les cotylédons de l'embryon en voie de développement. Toutefois, nous le répétons, la théorie de M. Brunchorst et de M. Frank semble généralement rencontrer peu de crédit ; le bactéroïde est regardé sans le moindre doute, par la majorité des auteurs, comme une véritable bactérie.

Mais sur la nature des filaments protoplasmiques, les avis sont bien plus partagés. Nous avons surtout ici à insister sur ce point, car une partie du travail de M. Laurent (2) que nous allons analyser est consacrée à cette étude.

(1) Frank : *Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen* (Berichte der deutsch. bot Gesellsch. 1889).
(2) Laurent : *Recherches sur les nodosités radicales des Légumineuses* (Annales de l'Institut Pasteur, 1890).

Pour M. Prillieux, qui les observa le premier avec attention, en 1879, les filaments sont de même nature que certains plasmodes de Myxomycètes. C'est aussi l'opinion de M. Kny, M. Tschirch et M. Beyerinck considèrent, au contraire, les filaments comme des restes des tonnelets nucléaires, comme des sortes de débris protoplasmiques. M. Franck admet de même, qu'ils sont, comme les bactéroïdes, produits par la plante. M. Prazmowski, d'autre part, voit en eux des formations protoplasmiques appartenant au microbe des tubercules, et dans lesquelles des bactéries spécifiques naîtraient et se multiplieraient avant de se transformer en bactéroïdes. Enfin M. Eriksson, M. Vuillemin et M. Marshall Ward identifient leur ensemble à un véritable mycélium se développant dans la nodosité. M. Marshall Ward reprenant une idée déjà émise par M. Kny, pense en outre, sans l'affirmer d'une manière catégorique, que les bactéroïdes naissent de ce mycélium par bourgeonnement.

En présence de toutes ces opinions diverses, M. Laurent a jugé utile, avec raison, de reprendre dans des conditions meilleures d'observation, l'étude de ces filaments. L'auteur a employé, dans ce but, avec succès, la solution aqueuse de violet dahlia qui a la propriété de colorer le protoplasma vivant. Les filaments peuvent être ainsi observés avec la plus grande netteté ; on constata alors que les productions arrondies qu'ils présentent sont hérissées de pointes très courtes. D'après M. Laurent, qui s'est livré à un examen attentif de ces productions, chaque pointe est l'origine d'un bactéroïde.

L'opinion de M. Marshall Ward se trouve donc confirmée : les bactéroïdes sont produits par bourgeonnement des hyphes. En général, ceux-ci se détruisent plus ou moins complètement lorsque la production des bactéroïdes est achevée ; c'est pourquoi on ne les observe plus dans les cellules âgées de la nodosité.

Les auteurs mêmes qui s'accordent à voir dans les filaments et dans les bactéroïdes un organisme vivant ne s'entendent pas entre eux sur le nom qu'il convient de donner à cet organisme et sur le groupe dans lequel on doit le faire rentrer. M. Beyerinck, qui ne considère que le bactéroïde, a adopté le nom de *Bacillus radicicola*, classant ainsi le microbe des Légumineuses parmi les Bactéries authentiques. M. Vuillemin, au contraire, s'attache surtout à l'étude des filaments mycéliens les attribue d'autre part, à une Chytridiacée, et les range dans un genre *Cladochytrium*. Enfin quelques auteurs admettent une parenté étroite entre le champignon des nodosités et les myxomycètes. M. Laurent pense qu'aucun de ces rapprochements n'est complètement justifié, et il adopte tout d'abord la dénomination, donnée par M. Franck, de *Rhizobium Leguminosarum*.

Le *Rhizobium* ne peut être regardé, d'après M. Laurent, comme une bactérie proprement dite, car, chez les bactéries typiques, la reproduction se fait par division transversale, et nous venons de voir que, pour le bactéroïde, la reproduction a lieu par bourgeonnement des filaments mycéliens. Le *Rhizobium* ne peut être, non plus, un myxomycète, car nous verrons plus loin qu'il est entouré d'une membrane cellulosique. Quant à l'opinion de M. Vuillemin, que le microbe des nodosités serait une Chytridiacée, elle

n'est fondée que sur l'existence très problématique de zoospores que M. Vuillemin a observées et qui provenaient sans doute d'organismes étrangers. Dans quel groupe faut-il donc classer le *Rhizobium*? Déjà M. Marshall Ward a signalé l'affinité qu'il présente avec les Ustilaginées. M. Laurent partage cet avis. Comme le Rhizobium, les Ustilaginées sont des parasites entophytes ; plusieurs d'entre elles pénètrent de même par les racines dans les végétaux supérieurs, et presque toutes, comme l'a montré M. Brefeld, produisent des formes-levures. Il est d'autre part, un caractère qui rapproche le Rhizobium des bactéries : ce sont les corps ovoïdes signalés par M. Beyerinck et qui apparaissent dans l'intérieur des bactéroïdes. Bien que la germination n'en ait pas été observée, il est permis de croire que ces corps ovoïdes sont des spores endogènes analogues à celles des bactéries typiques.

Le Rhizobium serait donc une forme intermédiaire entre les champignons filamenteux les plus inférieurs et les bactéries authentiques ; par ses caractères il participerait de l'un et l'autre groupe. Or M. Laurent rappelle que récemment, M. Metchnikoff a observé chez les Daphnies un organisme parasite, le *Pasteuria ramosa*, qui a la plus grande ressemblance avec le Rhizobium ; le Pasteuria, comme le Rhizobium, produit des groupes analogues à certains bactéroïdes ramifiés et forme des spores endogènes, il se distingue toutefois du microbe des nodosités par son mode de division qui est surtout longitudinal, tandis que chez le Rhizobium, les filaments produisent des bourgeons souvent réunis sur des sortes de capitules.

Il y aurait donc lieu de réunir en un même groupe le *Rhizobium* et le *Pasteuria ;* ce groupe serait intermédiaire entre les Bactériacées et les Champignons les plus inférieurs, tels qu'Ustilaginées, Hyphomycètes et Levures. M. Laurent propose de désigner cette nouvelle famille de microbes sous le nom de *Pasteuriacées*.

Nous résumerons maintenant le plus succinctement possible toutes les données que, dans son travail, M. Laurent nous fournit sur le *Rhizobium Leguminosarum*.

En premier lieu, M. Laurent s'applique à démontrer rigoureusement que l'intervention d'un germe au développement des nodosités : il faut, de plus, un germe particulier, car, bien que le contraire ait été soutenu, les bactéries banales qui vivent et pullulent dans le sol ne produisent jamais, lorsqu'on les inocule à des Légumineuses, la moindre tubercule.

Généralement, les nodosités radicales sont d'autant plus rares que le sol est plus riche en engrais azotés. Certaines matières salines ont une influence sur le plus ou moins grand développement des tubercules : l'absence d'acide phosphorique, de chaux et de magnésie détermine une végétation rabougrie et supprime l'aptitude à produire des nodosités ; sans potasse et sans fer, les plantes poussent mieux, les racines sont ramifiées et vigoureuses mais ne portent guère de tubercules ; enfin, dans l'eau distillée, les nodosités sont plus nombreuses que lorsque les solutions sont privées d'acide phosphorique, de chaux ou de magnésie.

On sait qu'il est assez facile d'inoculer des cultures de Pois, par exemple, avec le contenu des tubercules. La semence, d'après les expériences de

M. Laurent, ne doit pas nécessairement être empruntée à l'espèce que l'on se propose d'infecter. Quelle que soit la nature de l'espèce qui a fourni la matière inoculée, il se développe toujours des nodosités. Toutefois le nombre et les dimensions de celles-ci varient avec la nature des espèces auxquelles on a emprunté la semence. Le microbe des nodosités du Lupin, par exemple, ne réussit que très difficilement à s'implanter sur les racines du Pois.

Il ne faut surtout pas négliger, dans toutes ces expériences d'inoculation, de tenir compte de l'âge des nodosités. La semence doit toujours être empruntée à des tubercules jeunes, en voie de croissance. Comme M. Beyerinck l'a déjà remarqué, dès que les fleurs commencent à se former, la vitalité du microbe diminue sensiblement; celui-ci met plus de temps à se développer, à produire des tubercules, et en donne une quantité moindre. Plus tard, beaucoup d'inoculations restent stériles.

La nature spécifique des plantes qui fournissent les nodosités inoculées ne retentit pas seulement sur le nombre et les dimensions des tubercules de la plante inoculée ; elle influe encore sur l'aspect des bactéroïdes. Lorsqu'on inocule en effet un de ces organismes à une espèce autre que celle qu'il habite généralement, la forme primitive se conserve, au moins pendant un certain temps, chez cette nouvelle espèce. C'est ainsi qu'on peut distinguer sur un Pois les nodosités produites par l'inoculation d'un bactéroïde de Haricot de celles déterminées par l'inoculation d'un bactéroïde d'Acacia ou de Lupin. Il y a donc lieu de distinguer des races morphologiquement et physiologiquement distinctes chez le microbe des nodosités.

Ni les unes ni les autres ne paraissent jamais vivre à l'état autonome dans la terre. La symbiose n'est donc pas, pour le Rhizobium, un état passager, mais la seule condition dans laquelle, normalement, il vit et se développe.

Lorsque le Rhizobium pénètre dans les racines, il ne développe pas seulement des filaments perpendiculaires à l'épiderme, il peut encore en développer dans la direction longitudinale et porter l'infection de proche en proche. Il en résulte que plusieurs nodosités d'une même racine peuvent être dues à un seul et même germe.

Les cultures pures de Rhizobium faites sur gélatine ou dans des bouillons de Pois ou de Lupin se développent surtout rapidement aux températures comprises entre 22° et 26°. Il est à remarquer cependant, à ce propos, que des Fèves et des Pois cultivés à ces mêmes températures ne donnent guère de nodosités radicales. M. Laurent explique cette différence par le fait que, lorsque la température s'élève, l'assimilation du carbone diminue. Or, on sait que tout ce qui nuit à cette assimilation diminue l'aptitude à produire des tubercules parce que le Rhizobium manque alors des aliments hydrocarbonés qui sont nécessaires à son développement. C'est donc le manque de carbone et non l'élévation de température qui produit l'arrêt de croissance du microbe des nodosités.

Dans les cultures faites sur gélatine ou dans des bouillons de Pois, le Rhizobium assimile-t-il l'azote élémentaire ? M. Bréal, puis plus récemment

M. PRAZMOWSKI (1) qui, se sont préoccupés de cette question, ont constaté que le microbe des nodosités végète dans des solutions privées d'azote. MM. FRANK et OTTO (2) ont de même vu le champignon se développer dans une solution qui ne renfermait que du sucre comme combinaison organique et qui devait par suite, emprunter à l'air l'azote qui lui était nécessaire. MM. Franck et Otto ajoutent toutefois que le développement est resté très faible, tandis qu'il est au contraire très rapide dans des solutions renfermant de l'asparagine et du sucre. A peu près vers le même temps que M. Frank, M. BEYERINCK (3) a fait également des cultures du microbe des nodosités. L'auteur a employé comme substratum l'agar-agar dans lequel ne se trouvaient que des sels avec du sucre de canne. Il a ainsi constaté que l'accroissement s'arrête aussitôt que la faible quantité d'azote assimilable qui peut se trouver dans la culture est employée. Même lorsqu'il n'y a que des traces d'azote, l'accroissement continue, mais la présence d'un hydrate de carbone, du saccharose en particulier, est toujours nécessaire.

M. Laurent a obtenu des résultats analogues, mais plus précis. M. Beyerinck, en effet, n'insiste que sur l'emploi de l'azote combiné, à l'état de nitrates, de sels ammoniacaux, de peptones ou d'amides. M. Laurent constate également que les substances organiques azotées peuvent suffire à la nutrition du Rhizobium, surtout lorsqu'elles sont associées à une matière hydrocarbonée assimilable, mais, d'après ses expériences, la suppression de l'aliment azoté n'empêche pas du tout le développement du microbe des nodosités contrairement à ce qui a lieu pour les bactéries banales. L'air paraît donc pouvoir remplacer l'azote combiné, lorsque celui-ci manque dans les mélanges qui renferment du saccharose; il le remplace évidemment en tant que source d'azote. Dans toutes ces cultures, pour que la production de bactéroïdes ait lieu, il est, avant tout, nécessaire que le milieu soit bien aéré, et c'est précisément à cause de mauvaises conditions d'aération des racines que certains observateurs ont mis en doute la fixation de l'azote de l'air par les Légumineuses cultivées dans des solutions nourricières.

En terminant, M. Laurent résume, comme suit, la biologie du *Rhizobium* :

Les germes du *Rhizobium* mélangés à la terre arable se développent au contact des poils radicaux des Légumineuses, y pénètrent à l'état de filaments et donnent lieu à un développement cellulaire anormal. Lorsqu'il assimile l'azote de l'air, le mycélium produit par bourgeonnement une infinité de corpuscules, les bactéroïdes, riches en matière albuminoïde. Plus tard, ces corpuscules se dissolvent et sont utilisés par la plante hospitalière pour sa propre nutrition. Quant au microbe, il se conserve soit par

(1) Prazmowsky : *Die Wurzelknöllchen der Erbse* (Die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen, 1890-XVII et XVIII).

(2) Frank et Otto : *Untersuchungen über Stickstoffassimilation in der Pflanze* (Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft. Déc. 1890). M. Frank admet toujours que la symbiose a une influence, mais que, même en son absence, il y a par la plante assimilation d'azote.

(3) Beyerinck : *Küntsliche Infection von Vicia Faba mit Bacillus radicicola. Ernährungsbedingungen dieser Bacterie* (Bot. Zeitung, 1890). M. Beyerinck distingue différentes sortes de Bactéries de Papillionacées. C'est ainsi que le *Vicia Faba* n'est pas infecté par le Bacille de l'*Ornithopus*.

des spores nées dans les bactéroïdes, soit par des kystes qui persistent après la résorption des filaments mycéliens. Ces germes finissent par se mélanger à la terre par suite de la pourriture des tubercules.

Nous avons déjà fait, incidemment, plus haut, allusion à la membrane de cellulose qui entoure les formations filamenteuses des cellules des nodosités. La présence de cette membrane qui empêche d'assimiler le filament à un myxomycète avait déjà été signalée par M. Eriksson, puis par M. Vuillemin et M. Pichi ; elle n'était pas cependant admise par tous les auteurs. De plus, il restait à savoir si cette enveloppe était vraiment de nature cellulosique ou si elle était simplement formée par du protoplasme condensé. Lorsqu'on traite directement la cellule par le chlorure de zinc iodé, la réaction bleue, caractéristique de la cellulose, est à peine visible dans le filament, mais M. Koch (1) a pensé que la cause de cette faible réaction pouvait être due au contenu du filament qui, en se colorant en jaune, masque la coloration bleue de l'enveloppe. L'auteur a donc traité au préalable la coupe par l'eau de Javel, pour se débarrasser de ce contenu; conformément à ces prévisions, il a vu alors apparaître nettement la réaction du chloro-iodure de zinc dans le *Vicia Faba*, le *Robinia Pseudacacia*, le *Trifolium pratense*, le *Medicago Lupulina*, le *Pisum sativum*, le *Lens esculenta* et l'*Onobrychis sativa*, etc.

Le filament est donc bien pourvu d'une enveloppe cellulosique. Cela ne prouve pas, d'ailleurs, comme le fait remarquer M. Koch, que ce soit la Légumineuse qui forme la membrane. On sait, en effet, que certaines Bactéries s'entourent pareillement d'une enveloppe de cellulose ; on peut citer, comme exemple, le *Sarcina ventriculi* et l'*Ulvina aceti*.

Jusqu'alors, tous les auteurs qui ont eu pour but de prouver l'assimilation de l'azote de l'air par les Légumineuses ont exclusivement employé la méthode indirecte. Cette méthode, comme nous avons déjà eu l'occasion de l'expliquer, consiste à doser d'une part l'azote introduit dans la plante par la graine et le sol, et à déterminer, d'autre part, l'azote contenu dans cette même plante à la fin de la végétation ; la différence représente la quantité d'azote empruntée à l'atmosphère. Il resterait maintenant, comme contrôle, à constater directement dans cette atmosphère même la disparition du gaz. Mais la quantité très faible de l'azote assimilé rend excessivement difficile une telle constatation ; elle nécessite, en effet, des expériences prolongées qui ne peuvent être faites sans nuire à la végétation et qui, par suite, placent la plante dans des conditions très défectueuses. MM. Schlœsing fils et Laurent (2) ont tenté cependant de surmonter ces difficultés. Pour la description de l'appareil employé, nous ne pouvons que renvoyer au travail même. Disons simplement que les recherches ont été faites avec des Pois semés dans une allonge en verre sur du grès calciné imbibé d'une solution

(1) Koch : *Zur Kenntniss der Fäden in den Wurzelknöllchen der Leguminosen* (Botanische Zeitung, 1890).

(2) Schlœsing fils et Laurent : *Sur la fixation de l'azote gazeux par les Légumineuses* (Comptes rendus de l'Académie des sciences).

nutritive minérale exempte d'azote. Or, pendant le développement des plantes, l'azote n'a disparu en quantité appréciable que dans les vases où l'on avait, au préalable, broyé quelques nodosités fraîches de Pois ou de Fèves de pleine terre.

Malheureusement, ces expériences qui paraissent ainsi résoudre, du premier coup, un problème dont la solution semble des plus difficiles sont peu nombreuses, puisque trois graines seulement avaient été mises à germer. Aussi, tout en reconnaissant leur intérêt, ne pouvons-nous guère les considérer que comme un premier essai, qu'il ne serait peut-être pas sans utilité de renouveler.

L'azote pris, d'autre part, par la plante aux substances minérales, est employé sous la forme de sels ammoniacaux ou sous la forme de nitrates. Lorsqu'il est emprunté à l'un de ces derniers, au salpêtre, par exemple, il est vraisemblable que l'acide azotique, pour contribuer à la formation des albuminoïdes, passe d'abord à l'état d'ammoniaque. M. Lœw (1) recherche comment peut se produire cette réduction de nitrate dans la cellule, c'est-à-dire dans un milieu neutre ou faiblement acide, ne contenant aucun réducteur énergique. D'après l'auteur, il y aurait réaction entre le salpêtre et le glucose : le salpêtre céderait de l'oxygène au sucre, tandis que celui-ci abandonnerait de l'hydrogène à l'azote du salpêtre. Une telle réaction se produit en réalité lorsqu'on mélange deux dissolutions de ces deux corps à 60° en présence de la mousse de platine : 45 p. 100 de l'azote du nitrate se transforment alors en ammoniaque. M. Lœw admet que, dans la cellule, le protoplasme exerce une action catalytique analogue à celle de la mousse de platine.

Il y a plus : la mousse de platine séchée, qui n'abandonne à l'eau aucune trace d'acide azoteux ou d'ammoniaque, fournit de suite ces deux corps lorsqu'on la traite par une lessive de soude ; elle ne donne que de l'acide azoteux si la solution iodée est très faible. Ainsi, l'azote libre, en se condensant dans la mousse de platine en présence d'une forte base, peut amener la production d'acide azoteux et d'ammoniaque. M. Lœw se demande si le même phénomène n'a pas lieu, en présence d'une réaction même faiblement alcaline, sous l'influence d'un protoplasma énergique. Il y a là un rapprochement qui mérite d'être pris en considération dans l'étude de l'assimilation de l'azote libre par les plantes.

Le salpêtre qui, en tant que source d'azote, joue un si grand rôle dans la formation des albuminoïdes, se rencontre dans presque toutes les plantes, surtout dans les plantes annuelles. M. Serno (2) l'a trouvé dans tous les

(1) Lœw : *Ueber die Vearbeitung der salpetersäuren Salze in den Pflanzen* (Sitzungsberichte d. bot. ver. in München. — Bot. Cent. 1890, n° 20). — *Bildung von Salpetrigsäure und Ammoniak aus freiem Stickstoff* (Berichte der deut. chem. Gesellschaft. 1890). — *Ernährung von Pflanzenzellen mit Formaldehyd* (Sitz. der bot. Ver. in Münche. Bot. Cent. 1890, n° 49).

(2) Serno : *Ueber das Auftreten und das Verhalten der Salpetersäure in den Pflanzen.* (Landw. Jahrbuch. 1889, p. 877-905).

organes, chez les Malvacées, les Crucifères, les Papavéracées, les Composées, les Labiées, etc. Chez les plantes ligneuses, ce nitrate est abondant dans toutes les parties durant la première année, mais, quand la lignification commence, on ne l'observe plus que dans les jeunes racines. Il manque, en général, complètement dans les racines qui vivent en symbiose avec des Champignons et qui peuvent ainsi absorber l'azote élémentaire.

En hiver, beaucoup d'herbes vivaces, telles que l'Asperge, le Glaïeul, le Dahlia, accumulent du salpêtre, qu'elles utilisent au printemps: les racines absorbantes nouvelles se forment alors pendant l'été. Par contre, l'Iris, l'Oignon n'emmagasinent pas le salpêtre en hiver, mais de nombreuses racines, en se développant au printemps, facilitent l'absorption et font rattraper le temps perdu.

L'absorption du salpêtre par la plante est des plus rapides. Quand elle ne peut avoir lieu, la formation d'asparagine s'arrête et l'accroissement cesse, pour reprendre aussitôt qu'on fournit de nouveau des nitrates. Ce dernier fait semble prouver que c'est, en partie, aux dépens de l'acide nitrique absorbé par les racines que la plante forme l'asparagine et toutes les combinaisons amidées.

Après qu'il a été absorbé par les racines, le salpêtre ne monte pas dans la plante par les conduits ordinaires de l'eau, mais suit des tissus déterminés. Ce fait n'était jusqu'alors connu que pour le salpêtre ; M. Schimper (1) montre qu'il en est de même pour les phosphates, les sulfates et les chlorures. L'auteur a réussi à suivre, au moins en partie, dans la plante, le cheminement de ces différents sels nutritifs depuis le moment de leur pénétration jusqu'à celui de leur utilisation. Les réactions employées dans le but de déceler la nature des différents éléments minéraux ont été faites sur les matériaux frais et sur les cendres ; elles ont consisté à faire agir sur le contenu cellulaire différentes substances telles qu'acide sulfurique, oxalate d'ammoniaque, azotate d'argent, etc., et à étudier les cristaux obtenus. En général, les précipités ainsi formés sont caractéristiques et facilement déterminables, avec quelques connaissances en cristallographie. Comme contrôle, lorsque le précipité est soluble, on peut employer la méthode suivie par M. Borodine pour l'étude de l'asparagine. Supposons, par exemple, qu'il s'agisse de vérifier si réellement les cristaux produits sont des cristaux de chlorure de thallium : on laisse d'abord ces cristaux se dessécher, puis on ajoute une goutte d'une solution saturée de chlorure de thallium. Si alors les cristaux se dissolvent, on s'est trompé sur leur nature, dans le cas contraire, on a réellement affaire à un précipité de chlorure de thallium. Nous avons insisté sur la méthode employée par M. Schimper parce que c'est, croyons-nous, la première fois que, en dehors des réactions colorées, la cristallographie est appliquée d'une façon suivie à l'étude des substances minérales dans les plantes.

Nous décrirons maintenant le plus succinctement possible les principaux

(1) Schimper : *Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze* (Flora, 1890, fasc. 3).

résultats obtenus par M. Schimper. Nous regrettons que l'auteur ne nous ait pas facilité cette tâche en présentant lui-même, à la fin de son assez long mémoire, un résumé de ses recherches; par ce résumé, son travail, un peu diffus, et d'une lecture parfois assez pénible, eût certainement gagné en clarté et en intérêt.

Dans les graines, les phosphates de potasse, de chaux ou de magnésie sont unis à des composés organiques tels qu'albumine ou acides. L'acide phosphorique n'y a pas encore été trouvé; l'acide sulfurique, au contraire, est présent, mais on ne peut dire s'il est combiné à des bases inorganiques, et s'il se trouve dans les téguments ou dans les tissus de réserve. Mêmes doutes subsistent pour les chlorures. Quant aux nitrates, on sait qu'ils manquent complètement.

Dans les rhizomes, les substances minérales sont à l'état de combinaisons inorganiques. Les phosphates sont très abondants, surtout sous forme de phosphate de chaux soluble. Les chlorures se trouvent également en très grande quantité; il y a aussi des nitrates. La présence des sulfates est douteuse.

Les phosphates abondent encore dans les parties aériennes fonctionnant comme organes de réserve, telles que le bois des arbres ou des arbustes.

Pendant la germination, les phosphates qui se trouvent dans la graine deviennent facilement reconnaissables, par suite de la destruction de leurs combinaisons organiques. On constate ainsi que leur migration commence dès le début de la germination : ils suivent, à l'état de sels minéraux, le parenchyme de l'écorce et de la moelle dans la tige et dans la racine, et le parenchyme des nervures dans les feuilles. Le phosphate le plus abondant est le phosphate de potasse. Dans les points végétatifs et dans le parenchyme foliaire, les phosphates sont encore très répandus, mais seulement à l'état des combinaisons organiques. Enfin, les sels minéraux, pendant la germination des graines ou des tubercules, suivent encore le parenchyme du bois et des nervures foliaires qui conduit également, comme on sait, le sucre et les amides.

Chez les plantes développées, comme chez les plantules, c'est, d'ailleurs, toujours le parenchyme, pauvre en chlorophylle, des parties que nous venons de nommer qui sert de voie de transport aux sels minéraux. L'épiderme joue souvent aussi le même rôle. D'ordinaire, ni le mésophylle ni le bois des faisceaux ligneux ne contiennent de nitrates, de phosphates inorganiques, non plus que de sulfates; mais, dans le mésophylle, les chlorures sont abondants.

Sans exception, sont complètement dépourvus de sels minéraux : le méristème des points végétatifs et des zones d'accroissement secondaires, les grains de pollen, les ovules, les tubes criblés, les laticifères, les canaux sécréteurs.

L'accumulation des sels dans les tissus varie, pour un même terrain, avec l'espèce de plante considérée. Beaucoup de plantes, et en particulier les plantes ligneuses, limitent l'absorption des sels aux besoins du moment. La plupart des plantes herbacées, au contraire, surtout celles qui se développent d'ordinaire dans des endroits où les sels abondent, absorbent sans

cesse et emmagasinent une grande quantité de ces sels. Quelques-unes ne présentent cette accumulation que pour certaines substances déterminées, à l'exclusion des autres : c'est, par exemple, le cas des plantes halophytes qui accumulent presque exclusivement les chlorures.

La répartition des sels inorganiques dans la plante varie avec la nature du sel, tandis que les phosphates et les chlorures se montrent partout, les nitrates sont localisés en des points plus limités, et ne sont présents dans le mésophylle que si le substratum est très riche. Pour un même substratum, la localisation du sel varie avec la plante; en général, les nitrates s'accumulent dans le parenchyme de la tige, les chlorures, tout en étant répartis un peu partout comme les phosphates, sont particulièrement répandus dans les tissus verts.

Nous avons vu que, dans certaines régions telles que tubes criblés, points végétatifs, etc., les sels minéraux manquent complètement. Les bases inorganiques doivent donc se trouver alors assimilées et à l'état de combinaisons organiques. M. Schimper a cherché, comme pour les acides, à déterminer leur nature et leur répartition.

Dans le méristème, dans le mésophylle et dans les tubes criblés, les réactions accusent la présence d'une grande quantité de potasse et de magnésie; il y a, par contre, peu ou pas de chaux. Il en est de même pour les grains de pollen. Dans les laticifères et les canaux sécréteurs, les substances minérales sont très variables suivant la plante; on ne peut guère citer, comme caractère général, que l'absence d'acides inorganiques.

(*A suivre.*) HENRI JUMELLE.

Champignons parasites des Acridiens

Imp. E. Bry. Paris.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

CORBEIL. — IMPRIMERIE ÉD. CRÉTÉ

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 novembre 1891

N° 35

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1891

Pages.

I. — RÉVISION DES ESPÈCES DU GENRE *RIELLA* ET DESCRIPTION D'UNE ESPÈCE NOUVELLE, par **M. L. Trabut** (avec une planche).. 449

II. — SUR LES RACINES NAPIFORMES TRANSITOIRES DES MONOCOTYLÉDONES, par **M. Lucien Daniel**............. 455

III. — RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES (avec planches et figures dans le texte) (*suite*), par **M. Eugène Bastit**... 462

IV. — REVUE DES TRAVAUX RELATIFS AUX MÉTHODES DE TECHNIQUE, publiés en 1889, 1890 et jusqu'en avril 1891, avec figures dans le texte, par **M. Léon Dufour** (*suite*).. 488

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

Planche 18. — *Riella.*

Cette livraison renferme en outre trois gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

REVISION
DES ESPÈCES DU GENRE *RIELLA*
ET
DESCRIPTION D'UNE ESPÈCE NOUVELLE

Par L. TRABUT

L'existence d'un *Riella* à Roquehaute est bien connue des botanistes de Montpellier, cette intéressante Hépatique a été signalée la première fois en 1866, dans le *Bulletin de la Société botanique de France* aux *Nouvelles* (page 93) : « M. Ba-« lansa, en herborisant dans les environs de Béziers, a fait la « découverte de deux Cryptogames nouvelles pour la Flore de « France : le *Pilularia minuta* et une espèce nouvelle du genre « *Riella* qui sera prochainement décrite dans notre *Bulletin* par « M. Groenland. »

M. Husnot en 1881 dans son *Hepaticologia gallica* ne peut donner de description de cette Hépatique, il la mentionne dans une note ainsi conçue : « Le Dr Goulard a trouvé dans les « mares de Roquehaute un *Riella* qui est peut-être le *R. Clau-* « *sonis*. »

En 1886 M. le professeur Planchon, qui s'intéressait à mes recherches sur les *Riella*, me fit parvenir un tube contenant dans de l'alcool quelques brins d'un *Riella*, récolté par lui depuis longtemps à Roquehaute. Après un examen aussi minutieux que possible de cet échantillon, je reconnus une espèce nouvelle qui fit l'objet d'une petite note et d'une planche pour la *Revue bryologique;* mais la publication en fut retardée à la

suite de nouveaux renseignements reçus de M. Husnot, à qui j'avais communiqué mon travail. Ce cryptogamiste distingué avait découvert dans l'herbier du jardin botanique de Caen l'Hépatique de Roquehaute étiquetée *Riella gallica*, Bal.

Depuis il nous fut impossible de trouver mention de cette dénomination dans une publication botanique, et ce n'est qu'en 1890 que M. Husnot me transmit de nouveaux détails sur l'histoire du *Riella*. En 1866, M. Balansa communiqua sa découverte à M. Durieu de Maisonneuve qui, comme il l'a fait pour beaucoup de nos espèces algériennes, lui a donné un nom sans publier aucune description. Le D^r^ Thévenon, qui avait déjà recherché cette rare muscinée avec MM. Durieu et Motelay, en fit une récolte en 1869 et en distribua quelques exemplaires sous le nom de *Riella gallica*, Bal. et ce fut sur ses indications que MM. Duval-Jouve et Planchon retrouvèrent aussi le *Riella* de Roquehaute. La description de cette intéressante Hépatique de la Flore de France restant toujours introuvable, je pense qu'il y a lieu de la publier d'après l'échantillon que je dois à M. le professeur Planchon. Je conserverai la dénomination donnée par MM. Balansa et Durieu.

RIELLA GALLICA, Balansa, in *Herbier jardin bot. de Caen*, inédit.

Fronde de 20 à 50 millimètres, à odeur de Coriandre, ramifiée, rampante sur la vase, composée d'un axe en forme de nervure portant sur un côté une aile membraneuse ondulée et de l'autre, de distance en distance, des touffes de poils radicaux; sur le même côté naissent aussi de nombreuses écailles falciformes, obtuses. L'aile formée d'une seule couche de cellules, les unes à chlorophylle, les autres à essence (fig. G^b), a environ 2 millimètres de largeur; elle est ondulée et se termine insensiblement sur la partie inférieure de la tige ou des rameaux, tandis que son sommet est falciforme arrondi; sur les individus mâles les anthéridies doivent se rencontrer sur cette aile (*n. v.*); les folioles sont inégales, obtuses, abondantes sur le côté libre de la tige, quelques-unes atteignent d'assez grandes dimensions

(2 mm.). Les archéogones naissent sur la tige parmi les folioles, mais non à leur aisselle; l'involucre grand (1^{mm},5 à 2 mm.) est ovoïde perforé et subpapilleux à son sommet; il contient un sporange globuleux entouré d'une coiffe surmontée d'un style court excentrique; le pédicelle est court, noir, persistant après la chute des spores; à la maturité le sporange mesure 0^{mm},7 et contient des spores brunes de 80 μ (fig. G^7) réticulées échinulées à aiguillons pointus coniques (fig. G^8); en même temps que les spores, il se développe dans le sporange des cellules nourricières à parois minces et contenant de l'amidon.

HAB. — Sur la vase humide des mares de Roquehaute près Béziers (Hérault) où il a été découvert en juin 1866 par M. Balansa. Cette Hépatique doit se développer sous l'eau pendant la plus grande partie de son existence; en été, elle est exondée par suite de l'abaissement du niveau de l'eau et elle continue sa végétation sur la vase très humide; les tiges principales sont alors couchées, radicantes et les nombreux rameaux qui en partent deviennent de nouveaux pieds portant leur fructification.

Le *R. gallica* se rapproche surtout du *R. Battandieri*, Trab. des environs d'Alger qui se distingue de suite par son caractère très particulier d'être toujours monoïque, par sa taille plus petite, par ses spores de moindres dimensions, 60 μ au lieu de 80 μ.

Les *R. Reuteri*, Mgne, *R. Notarisii*, Mgne et même les *R. Clausonis*, Letourneur, etc. (*R. Parisii*. Gottsche) sont aussi de la même section, caractérisée par des spores réticulées échinulées, tandis que les autres espèces ont des spores parsemées d'aiguillons tronqués et même dilatés au sommet.

Les sept *Riella* connus, répartis en deux sections, se présentent avec des caractères assez tranchés que l'on peut résumer ainsi :

A. Spores réticulées échinulées; les aiguillons coniques sont réunis à la base par une membrane formant un réseau :

1. *Dioïques :*

* — Grande taille 10-20 centimètres et au delà, feuilles de 1 centimètre et plus, involucre subsphérique, spores=60 μ. . . . . *R. Clausonis*, Letourneux.

** — 2-5 centimètres, involucre ovoïde non papilleux, spores =80 μ. . . . . *R. Gallica*, Bal.

*** — 2-3 millimètres, involucre subsphérique très papilleux, spores=40 μ. . . . . *R. Reuteri*, Mgne.

**** — 5 millimètres, pédicelle égalant le sporange, spores =20 μ (*n. v.*). . . . . *R. Notarisii*, Mgne.

2. *Monoïques :*

02-25 millimètres, involucre ovale, accuminé, papilleux au sommet, spores 60 μ . . . *R. Battandieri*, Trab.

B. Spores parsemées de saillies cylindriques tronquées ou même dilatées au sommet :

* — Involucre ovoïde, spores=80 μ lâchement échinulées. *R. helicophylla*, B. et Mgne.

** — Involucre anguleux ailé, spores=80 μ, finement échinulées. . . . . *R. Cossoniana*, Trab.

Le genre *Riella* paraît méditerranéen, deux espèces se trouvent en Europe sur le continent, une en Sardaigne, quatre en Algérie.

Le *R. Reuteri*, Mgne, a été découvert en 1851 sur les bords du lac de Genève à l'embouchure de la Versoix, dans la vase humide du lac. Cette station est aujourd'hui détruite; d'après des renseignements que je dois à M. le professeur Brun de Genève, qui a bien voulu en juin 1886 visiter la Versoix, y rechercher encore la rare Hépatique qui dès 1884 était signalée comme

disparue par M. Barbey, une somptueuse villa aurait pris sa place.

Le *R. gallica* n'est connu qu'à Roquehaute et n'a pas été retrouvé depuis une vingtaine d'années. Cette station est-elle aussi détruite?

Le *R. Notarisii*, Mgne, habite dans le sud de la Sardaigne, dans des prairies tourbeuses près de Pula où elle a été découverte en mars 1834 par de Notaris. Cette espèce ne paraît pas avoir été retrouvée depuis; elle n'existe pas dans l'herbier de l'Institut botanique de Rome.

Les quatre *Riella* algériens sont répartis, deux dans les environs d'Alger, deux dans la province d'Oran.

Le *R. helicophylla*, Bory et Mgne, est le plus anciennement connu, c'est en 1843 que Bory et Montagne fondaient sur lui le genre *Riella* (improprement *Duriœa*); il est figuré dans l'atlas de l'*Exploration scientifique de l'Algérie ;* on le trouve à la Sénia dans une mare saumâtre, et d'après M. Cosson, à Misserghin sur les bords de la grande sebka. J'ai récolté plusieurs fois cette plante par milliers, je l'ai cultivée longtemps, jamais je n'ai pu l'observer avec le port si régulièrement hélicoïde qu'on lui attribue, la membrane aliforme s'est toujours montrée unilatérale ou à peu près comme dans les autres espèces, ne décrivant pas de nombreuses spires, mais de simples ondulations comme dans la fig. H[1].

C'est par erreur que M. Cosson avait indiqué le *R. helicophylla* au Khreider dans le Sud oranais; ayant visité cette localité en 1885, j'ai pu m'assurer que le *Riella* du Khreider qui vient dans les parties peu profondes et même exondées d'un étang formé par l'endiguement de la source, était une espèce des plus tranchées du genre. L'involucre de ce *Riella*, que j'ai nommé *R. Cossoniana* (1), est parcouru par de véritables ailes, il rappelle le calice ailé de certains Silènes (voy. fig. C[3]).

Aux environs d'Alger, à Maison-Carrée, on trouve à 3 kilomètres l'un de l'autre les *R. Battandieri* et *R. Clausonis ;* cette

(1) *Atlas de la Flore d'Alger*, Battandier et Trabut. 1[er] fascicule.

dernière espèce, qui est assez répandue dans la Mitidja, est des plus singulières par sa taille qui peut dans des conditions favorables dépasser 20 centimètres, elle forme alors de gros paquets flottants dans des eaux fraîches et limpides, on peut la cueillir à poignée. Ce *Riella* présente à un haut degré un caractère commun à toutes les espèces, l'odeur de Coriandre ou de punaise due à de nombreuses glandes unicellulaires contenant une gouttelette d'huile essentielle ; j'ai toujours pensé que c'était pour ces plantes un moyen de défense contre de nombreux herbivores aquatiques.

Explication de la planche 18.

G^1, *Riella gallica*. Grandeur naturelle. G^2, G^3, G^4, la même grossie ; G^5 tissu de l'aile avec cellules à essence ; G^6, involucre ; G^7, spore ; G^8, ornement de la spore.

B^1, *Riella Battandieri*. Grossi trois fois ; *a*, anthéridies ; B^2, spore.

R^1, *Riella Reuteri*. Grossi dix fois ; R^2, involucre et sporange.

C^1, *Riella Cossoniana* mâle ; C^2, femelle ; C^3, spore.

N, *Riella Notarisii*. Grossi sept fois.

H^1, *Riella helicophylla*. Grossi une fois et une fois et demie.

Cl, spore de *Riella Clausonis*.

SUR LES RACINES NAPIFORMES TRANSITOIRES

DES MONOCOTYLÉDONES

Par M. Lucien DANIEL.

I

On sait que les bulbes de beaucoup de Monocotylédones donnent souvent naissance à deux sortes de racines adventives : les unes, filiformes et généralement nombreuses, apparaissent à l'automne et au printemps ; les autres, renflées et habituellement en petit nombre, naissent et meurent dans le courant de la végétation.

Ces dernières, dont la forme rappelle plus ou moins celle d'un navet ou d'une carotte, ont été signalées tout d'abord dans les *Crocus* par Fabre qui leur a donné le nom de *racines napiformes* ; elles ont été indiquées depuis chez nombre de Monocotylédones, même de Dicotylédones, par Royer, qui les a désignées sous le nom de *pseudorhizes dauciformes* (1).

Enfin, tout récemment, M. Douteau (2) vient de publier une note intéressante sur ce qu'il appelle une *monstruosité* du bulbe chez le Glaïeul. La simple inspection des figures qu'il donne fait voir que l'on se trouve en présence d'une pseudorhize dauciforme très développée.

Or, la présence chez les Glaïeuls de pareilles pseudorhizes, loin d'être une monstruosité, est excessivement fréquente et certainement normale. Au mois d'août dernier, j'ai fait arracher au hasard divers pieds de Glaïeuls en végétation chez les horticul-

(1) Ch. Royer : *Flore de la Côte-d'Or*. Paris, 1883, p. 15 ; 478-479. — Ce travail consciencieux fait autorité relativement aux parties souterraines des plantes.

(2) J. Douteau : *Note sur une monstruosité du bulbe chez le Glaïeul* (Revue des Sciences naturelles de l'Ouest, page 193 ; juillet 1891).

teurs de Fontainebleau qui ont la spécialité de la culture de ces plantes; tous les bulbes étaient munis de racines renflées de volume variable, à divers degrés de développement.

Ce fait n'avait pas échappé à Royer qui cite le cas du Glaïeul, chez lequel les pseudorhizes dauciformes, dit-il, *sont énormes* (1).

D'après ce dernier auteur, l'apparition des racines dauciformes est postérieure à la mort des racines filiformes *sous l'influence de la sécheresse*; leur résorption a lieu sur *la fin de la végétation* et s'annonce par l'apparition de rides circulaires débutant vers la base de l'organe. De plus, ces racines sont *glabres*, *solitaires* ou tout au plus *géminées*.

Renflés par hypertrophie cambiale, ces organes tiennent en réserve des aliments qui permettent à la plante d'accomplir son évolution quand les racines filiformes sont mortes ou frappées de stérilité par la sécheresse.

Quant à M. Douteau, considérant les racines renflées comme une monstruosité, il explique leur présence par l'épuisement accidentel du sol et l'obligation qui en résulte pour la plante de changer de niveau pour vivre.

J'ai, dans le courant de cette année, fait diverses expériences sur les *Crocus* et les Glaïeuls qui me permettront de compléter ou rectifier les observations que je viens de citer et de préciser en même temps le rôle de ces organes.

A divers tubercules de Glaïeuls j'ai enlevé tous les yeux apparents et je les ai plantés ainsi mutilés à la fin de mai, en retard par conséquent sur le moment ordinaire de leur plantation.

Au mois de novembre, j'avais opéré de même un certain nombre de *Crocus* que j'avais placés dans le sol.

Partout, des yeux de remplacement ont apparu, mais assez tard, et les pousses sont restées chétives pendant un certain temps; le tubercule de remplacement paraissait à peine devoir se former.

(1) Ch. Royer : *Loc. cit.*, page 479.

En revanche, le système des pseudorhizes dauciformes avait pris un développement extraordinaire, principalement chez les Glaïeuls où elles formaient de véritables griffes, à tel point que l'on aurait pu croire que la plante allait changer son mode de végétation par la transformation de son bulbe en griffe.

Mais il n'en a pas été ainsi. *Les premières nées des pseudorhizes renflées se sont résorbées au bout de deux mois environ.* Pendant ce temps, d'autres s'étaient formées et ont remplacé les anciennes et ainsi de suite.

En même temps, les pousses chétives au début avaient repris de la vigueur; le tubercule de remplacement, d'abord à peine indiqué, a grossi normalement, et finalement il a atteint à peu près la grosseur de l'ancien.

Le bulbe nouveau une fois arrivé à son complet développement, les dernières pseudorhizes dauciformes se sont résorbées.

Des tubercules témoins, plantés *intacts* à côté des précédents, et dans les mêmes conditions, ont fourni également des pseudorizes dauciformes, mais en *petit nombre*.

Comment expliquer ces différences dans l'abondance relative des racines napiformes dans les tubercules opérés et les bulbes intacts, en adoptant soit l'hypothèse de Royer, soit l'hypothèse de M. Douteau, puisque toutes ces plantes se trouvaient dans des conditions absolument identiques?

J'avais pris soin d'éviter la sécheresse par des arrosements réguliers; j'avais placé mes bulbes dans du terreau et tous à la même profondeur.

En somme ces deux hypothèses, ou mieux cette hypothèse de Royer, car celle de M. Douteau n'en est qu'un cas particulier, ont le grave défaut de n'envisager qu'un côté de la question.

La sécheresse, l'épuisement accidentel du sol, provoquent en effet la formation des pseudorhizes dauciformes, mais cette formation peut être due à d'autres causes, rentrant comme les précédentes dans un phénomène d'ordre très général : l'*insuffisance de nutrition de la plante*.

Cette nutrition se fait par deux grandes voies différentes :

d'une part par les parties souterraines ; de l'autre, par les organes verts.

La formation des réserves dans le tubercule de remplacement se fait évidemment de la même manière.

Dans les conditions les plus ordinaires, la sécheresse ou l'épuisement du sol sont les causes qui empêchent le plus fréquemment les racines filiformes d'assurer la formation des réserves et la vie de la plante. Immédiatement les pseudorhizes dauciformes viennent rétablir l'équilibre de la nutrition.

La mort ou l'insuffisance des parties vertes paraissent être beaucoup plus rares ; mais si cela se produit, naturellement ou artificiellement, l'équilibre de nutrition se rétablit encore à l'aide des pseudorhizes dauciformes, ainsi que le démontrent nettement mes expériences.

On peut donc dire que *le système des pseudorhizes dauciformes est un système compensateur transitoire qui se développe progressivement suivant les besoins de la plante, dès que, pour une cause quelconque, interne ou externe, la nutrition générale se trouve entravée.*

Loin d'être une *monstruosité*, ces organes sont donc *normaux;* ils ont un rôle *spécial* et bien *déterminé*. Ils sont essentiellement *transitoires*, et ne peuvent par conséquent jouer le rôle des griffes de l'asperge, fait très regrettable au point de vue des applications pratiques.

Il faut ajouter que, contrairement à ce qu'en a dit Royer :

1° Les pseudorhizes dauciformes peuvent ne pas toujours être *solitaires* ou *géminées*. La plupart des sujets sur lesquels ont porté mes expériences présentaient des racines *groupées*, se succédant parfois au même point ;

2° Pendant leur période d'activité, toutes ces pseudorhizes sont pourvues de *nombreux poils absorbants*. Comment ces organes pourraient-ils remplir leur rôle physiologique de nutrition supplémentaire s'ils ne possédaient un appareil absorbant très développé ?

3° Les racines filiformes peuvent être encore vivantes lors de l'apparition des pseudorhizes dauciformes ; il suffit, pour que

celles-ci se développent, que les racines filiformes ou les parties vertes ne puissent à elles seules assurer le développement normal du bulbe de remplacement.

II

Il était très intéressant de comparer la structure anatomique des pseudorhizes filiformes et dauciformes.

Cette étude, faite déjà d'une façon sommaire par Royer dans sa classification des bulbes (1), a été reprise et faite avec beaucoup de soin par M. Douteau (2) pour le Glaïeul.

Comme cette plante peut en somme servir de type, à part quelques modifications de détail, je me bornerai à signaler en plus une particularité intéressante: la présence de l'assise pilifère qui existe toujours au moins dans les racines jeunes.

Si les auteurs cités ne l'ont pas observée, cela tient à ce qu'ils n'ont opéré que sur des racines âgées.

Enfin, j'ai étudié les racines napiformes au moment de leur résorption, quand les rides circulaires envahissent l'organe.

On voit alors que les cellules de l'écorce, qui s'était considérablement hypertrophiée au début, se sont vidées et affaissées. Les réserves qu'elles contenaient ont donc disparu.

L'assise pilifère est exfoliée; les cellules médullaires se sont légèrement épaissies; l'endoderme a pris la forme en fer à cheval, caractéristique des cellules endodermiques des racines filiformes.

En somme, dès que les pseudorhizes dauciformes cessent de jouer leur rôle physiologique de nutrition supplémentaire, *elles tendent à reprendre la structure d'une racine ordinaire.*

Il me reste maintenant à rechercher la nature et l'abondance relative des réserves qui s'accumulent dans les pseudorhizes dauciformes du Glaïeul pendant leur période d'activité et à en préciser le rôle.

L'amidon ne s'y rencontre jamais, à quelque moment que ce soit de leur existence.

(1) Ch. Royer : *Loc. cit.*, page 481.
(2) J. Douteau : *Loc. cit.*, page 196 et suivantes.

Pourtant l'amidon s'observe en tout temps en grande abondance dans le tubercule de remplacement, mais il est naturellement moins abondant au début qu'à la fin de la végétation. En revanche il y a peu de glucose.

Quant aux tannins, ils ne subissent pas de variations bien déterminées ; ils ne paraissent en aucune façon jouer le rôle de réserves transitoires.

C'est au glucose que ce rôle paraît entièrement dévolu.

En effet, depuis le début du renflement des pseudorhizes dauciformes jusqu'à l'apparition des rides circulaires, le glucose existe en grande quantité dans les portions hypertrophiées de l'écorce, et même dans la moelle, qui est elle-même hypertrophiée.

Au fur et à mesure que les rides circulaires se développent, le glucose disparaît, et quand toutes les cellules de l'écorce sont flasques et affaissées, il n'en reste plus trace.

Le contenu du cylindre central ne diffère pas alors de celui des racines filiformes, c'est-à-dire qu'on n'y trouve plus aucune trace de réserves.

Par quelle série de réactions chimiques le glucose des pseudorhizes est-il transformé en amidon après son passage dans le bulbe de remplacement, c'est ce que je ne puis préciser ; je me borne à constater le fait.

Il est curieux de retrouver dans les pseudorhizes des Monocotylédones un exemple *d'une réserve de très courte durée, utilisée aussitôt après sa formation, pour la formation des réserves définitives, tout comme la réserve d'inuline contenue dans les capitules de diverses Composées est absorbée pour la formation des réserves définitives de la graine et le développement de l'embryon* (1).

En résumé :

1° *Les pseudorhizes dauciformes des Monocotylédones sont normales et ont dans la vie de la plante un rôle bien déterminé. Elles forment un système compensateur transitoire accumulant*

(1) Voir : L. Daniel : *Sur la présence et le rôle de l'Inuline dans les capitules de certaines Composées* (Comptes rendus de la Société de Biologie, mars 1889).

des réserves que la plante utilisera au moment où des causes extérieures ou intérieures l'empêchent de se suffire à elle-même à l'aide de son appareil végétatif ordinaire ;

2° *Dans le Glaïeul, c'est le glucose qui joue le rôle de réserve transitoire, il sert à former la réserve définitive d'amidon dans le bulbe de remplacement et à assurer le fonctionnement normal des appareils quand la plante se trouve dans des conditions défavorables* (1).

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

RECHERCHES

ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES

Par M. Eugène BASTIT *(Suite).*

CHAPITRE IV

INFLUENCE DU SOMMEIL SUR LA FONCTION RESPIRATOIRE

Pour connaître l'influence du sommeil sur la respiration, chez les Mousses, il est nécessaire d'étudier cette fonction sur des plantes à l'état de veille, puis sur les mêmes plantes à l'état de sommeil, et de comparer ensuite les résultats obtenus.

Les recherches dont les résultats vont être exposés dans la suite n'ont porté que sur des espèces appartenant au genre *Polytrichum.* De toutes les Mousses de France ces espèces sont les plus robustes et les plus propres à lutter contre les mauvaises conditions du milieu, et l'on peut les soumettre aux expériences sans avoir à craindre l'état maladif que pourraient provoquer sur les autres espèces les modifications d'une atmosphère restreinte et la durée même des expériences. L'espèce que j'ai particulièrement expérimentée, je pourrais presque dire exclusivement, est le *Polytrichum juniperinum.* La meilleure raison que je puisse donner de cette préférence, c'est que cette Mousse est abondante dans les forêts voisines de Paris et que je pouvais tou-

jours me la procurer en très bon état de conservation, condition indispensable pour la réalisation de mes expériences.

§ I. — Méthode d'expérimentation.

La méthode que j'ai employée est celle de l'*air confiné*. Les travaux de MM. Bonnier et Mangin sur la respiration des végétaux ont suffisamment démontré la valeur pratique de cette méthode et son excellence au point de vue de l'exactitude des résultats.

Exposons maintenant la suite des opérations que comportait chacune des expériences.

L'éprouvette destinée à renfermer les plantes et l'atmosphère confinée était d'abord exposée pendant cinq ou six heures audessus du col d'un flacon rempli d'eau, et son contenu s'y saturait d'humidité. Quelques minutes avant le commencement de l'expérience, je coupais des tiges de *Polytrichum* au niveau des premières feuilles inférieures et j'introduisais aussitôt toutes les parties feuillées dans l'éprouvette. Je choisissais autant que possible des tiges ayant atteint leur développement complet et présentant entre elles de grandes ressemblances quant à la taille et à la couleur des feuilles. J'en introduisais toujours le même nombre et sensiblement le même poids dans l'éprouvette. En procédant ainsi, je pouvais comparer entre eux les résultats de toutes les expériences et m'éclairer, par les données des unes, sur la marche des autres.

L'éprouvette contenant les tiges feuillées dans l'air humide était ensuite portée sur le mercure; j'y faisais passer une faible quantité d'acide carbonique et je brassais le contenu gazeux. Aussitôt après, je faisais une prise de gaz, dont l'analyse donnait la composition de l'atmosphère confinée au début de l'expérience. Après la prise initiale, l'éprouvette était portée à l'obscurité, où elle était maintenue pendant dix heures.

A la fin du séjour à l'obscurité, une prise de gaz et une analyse donnaient la composition finale de l'atmosphère dans laquelle les plantes avaient respiré. La comparaison des résultats

fournis par l'analyse de l'atmosphère finale et par celle de l'atmosphère initiale permettait de déduire la quantité d'acide carbonique exhalé, la quantité d'oxygène absorbé et le rapport $\frac{CO^2}{O}$.

Cette première expérience une fois terminée, les tiges de *Polytrichum* étaient extraites de l'éprouvette humide et exposées, pendant trois heures, sous une cloche renfermant de l'air sec. Au bout de ce temps toutes les feuilles avaient pris leur position de sommeil. L'éprouvette destinée à les recevoir pendant la deuxième expérience était placée préalablement pendant cinq ou six heures au-dessus du col d'un flacon contenant du chlorure de calcium.

Quelques minutes avant le commencement de la seconde expérience j'introduisais dans l'air sec de cette éprouvette, toutes les tiges dans la position de sommeil, et je portais l'éprouvette sur le mercure. Après y avoir introduit un peu d'acide carbonique je brassais l'atmosphère de l'éprouvette ; le brassage était suivi d'une prise de gaz et l'éprouvette était portée à l'obscurité où je la laissais pendant dix heures. Une seconde prise de gaz était faite dans l'atmosphère finale, et, des résultats des deux analyses, je déduisais de la même manière que dans la première expérience, la quantité d'acide carbonique exhalé, la quantité d'oxygène absorbé et le rapport $\frac{CO^2}{O}$.

Les expériences que j'ai faites sont fort nombreuses et il serait à la fois inutile et fastidieux de développer tous les détails de chacune d'elles, tellement les circonstances se ressemblent dans les unes et les autres. Qu'il me suffise de décrire quatre d'entre elles concernant deux lots de tiges feuillées expérimentés successivement à l'état de veille et à l'état de sommeil.

§ II. — Types d'expériences.

a. Expériences relatives au 1er *lot.*

1re *Expérience.* — Respiration à l'état de veille. — Dix tiges

feuillées de *Polytrichum juniperinum* ayant atteint leur complet développement et pesant ensemble 2gr,3 ont été placées à l'état de veille, à l'obscurité, dans 20 centimètres cubes d'air humide. L'expérience a commencé le 28 juillet 1890 à 9 heures du soir et s'est terminée le 29 juillet à 7 heures du matin. La température moyenne a été de 17° pendant la durée du séjour à l'obscurité. Une prise de gaz faite au commencement de l'expérience a été analysée et a donné pour l'atmosphère confinée la composition centésimale suivante :

$$CO^2 = 7.87 \qquad O = 18.30 \qquad Az = 73.81.$$

Une prise de gaz faite à la fin de l'expérience a donné, après l'analyse, la composition centésimale suivante :

$$CO^2 = 9.25 \qquad O = 16.92 \qquad Az = 73.81.$$

Le volume des gaz échangés est donc en centièmes :

$$CO^2 \text{ dégagé} = 9.25 - 7.87 = 1.38$$
$$O \text{ absorbé} = 18.30 - 16.92 = 1.38$$

on a donc pour le rapport des volumes gazeux échangés :

$$\frac{CO^2}{O} = 1.$$

2e *Expérience*. — Respiration à l'état de sommeil. — Les tiges soumises à l'expérience précédente ont été placées à l'état de sommeil, à l'obscurité, dans 20 centimètres cubes d'air sec. L'expérience, commencée le 99 juillet 1890 à 9 heures du soir, s'est terminée le 30 juillet à 7 heures du matin. La température moyenne a été de 19° pendant la durée du séjour à l'obscurité. L'analyse de la prise initiale du gaz confiné a donné pour sa composition centésimale :

$$CO^2 = 0.20 \qquad O = 19.80 \qquad Az = 80.00.$$

La prise de gaz faite à la fin de l'expérience a été analysée. La composition finale de l'atmosphère était :

$$CO^2 = 0.78 \qquad O = 19.14 \qquad Az = 80.08.$$

Le volume des gaz échangés est donc en centièmes :

$$+ CO^2 = 0.78 - 0.20 = 0.58$$
$$- O = 19.80 - 19.14 = 0.66.$$

Le rapport des volumes gazeux échangés est donc :

$$\frac{CO^2}{O} = \frac{58}{66} = 0.88.$$

b. Expériences relatives au 2e lot.

3e *Expérience.* — Respiration à l'état de veille. — Dix tiges feuillées de *Polytrichum juniperinum* ayant atteint leur développement maximum et pesant ensemble 2 grammes, ont été placées, dans leur position de veille, à l'obscurité, dans 20 centimètres cubes d'air humide. L'expérience a commencé le 14 août 1890 à 9 heures du soir et s'est terminée le 15 août à 7 heures du matin. La température moyenne pendant la durée du séjour à l'obscurité a été de 20°. Une première prise de gaz a donné pour la composition initiale de l'atmosphère confinée :

$$CO^2 = 7.20 \qquad O = 19.53 \qquad Az = 73.27.$$

L'analyse de la deuxième prise de gaz a montré que la composition finale de l'atmosphère était :

$$CO^2 = 9.05 \qquad O = 17.61 \qquad Az = 73.34.$$

Le volume de l'azote étant invariable, ainsi que l'ont démontré MM. Bonnier et Mangin, et l'augmentation de la teneur centésimale n'étant qu'apparente et due à la diminution du volume total provoquée par l'absorption d'un volume d'oxygène supérieur au volume de l'acide carbonique émis, il faut, pour pouvoir comparer la composition initiale de l'atmosphère à sa composition finale, modifier les chiffres de l'une ou de l'autre composition centésimale de manière à obtenir de part et d'autre le même taux d'azote.

La composition finale de l'atmosphère se trouve ainsi modifiée :

$$CO^2 = 9.04 \qquad O = 17.59 \qquad Az = 73.27.$$

Comme d'autre part la composition initiale était :

$$CO^2 = 7.20 \qquad O = 19.53 \qquad Az = 73.27$$

on a pour les volumes des gaz échangés les valeurs suivantes :

$$+ CO^2 = 9.04 - 7.20 = 1.84$$
$$- O = 19.53 - 17.59 = 1.94.$$

Le rapport des volumes gazeux échangés est donc :

$$\frac{CO^2}{O} = \frac{184}{194} = 0,94.$$

4e *Expérience.* — Respiration pendant l'état de sommeil. — Les tiges soumises à l'expérience précédente ont été placées dans la position de sommeil à l'obscurité dans 20 centimètres cubes d'air sec. L'expérience, commencée le 15 août 1890 à 9 heures du soir, a été terminée le 16 août à 7 heures du matin. La température moyenne a été de 20° pendant la durée du séjour à l'obscurité. L'analyse de la prise initiale a donné pour composition centésimale de l'atmosphère confinée :

$$CO^2 = 10.52 \qquad O = 19.30 \qquad Az = 70.18.$$

L'analyse de la deuxième prise de gaz a montré que la composition finale des gaz était :

$$CO^2 = 11.60 \qquad O = 18.18 \qquad Az = 70.22$$

ou, en ramenant à un même taux d'azote 70,18 :

$$CO^2 = 11.59 \qquad O = 18.16 \qquad Az = 70.18.$$

Les volumes des gaz échangés sont donc en centièmes :

$$CO^2 = 11.59 - 10.52 = 1.07.$$
$$O = 19.30 - 18.16 = 1.14.$$

Par suite le rapport des volumes gazeux échangés :

$$\frac{CO^2}{O} = \frac{107}{114} = 0,94.$$

Les résultats des autres expériences sont résumés dans les tableaux suivants.

TABLEAU I. — Respiration chez les Mousses à l'état de veille.

NUMÉROS DES LOTS SOUMIS AUX EXPÉRIENCES.	DATES des EXPÉRIENCES.	NUMÉRO DE L'EXPÉRIENCE.	NOMBRE ET POIDS des TIGES FEUILLÉES.	VOLUME DE L'AIR CONFINÉ.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE MOYENNE.	PRISES DE GAZ ET CORRECTIONS.	COMPOSITION CENTÉSIMALE déduite des lectures sur l'appareil à analyses. CO^2.	O.	Az.	GAZ ÉCHANGÉS. CO^2 dégagé.	O absorbé.	RAPPORT $\frac{CO^2}{O}$.
				c. c.	heur.	degr.							
1	28 juillet 1890.	1	10 tiges pesant ensemble 2gr,3..	20	10	17	Initiale	7.87	18.30	73.81	1.38	1.38	1.00
							Finale.	9.25	16.92	73.81			
2	30 juillet 1890.	3	10 tiges pesant ensemble 2gr,5..	20	10	20	Initiale	0.00	20.76	79.24	2.22	2.87	0.80
							Finale	2.25	18.06	79.69			
							Correction relative à Az..........	2.22	17.89	79.24			
3	1er août 1890..	5	10 tiges pesant ensemble 1gr,92.	20	10	17	Initiale	6.96	19.79	73.25	1.30	1.66	0.81
							Finale	8.29	18.20	73.51			
							Correction relative à Az..........	8.26	18.13	73.25			
4	3 août 1890...	7	10 tiges pesant ensemble 2 gr..	20	10	20	Initiale	7.20	19.53	73.27	1.84	1.94	0.94
							Finale	9.05	17.61	73.34			
							Correction relative à Az..........	9.04	17.59	73.27			

5	10 août 1890..	9	10 tiges pesant ensemble 2gr,2..	20	10	19	Initiale..........	2.54	20.55	76.91	1.31	1.64	0.80
							Finale..........	3.87	18.98	77.15			
							Correction relative à Az..........	3.85	18.91	76.91			
6	14 août 1890..	11	10 tiges pesant ensemble 2gr,5..	20	10	20	Initiale..........	11.03	20.46	68.51	2.90	3.09	0.94
							Finale..........	13.96	17.41	68.63			
							Correction relative à Az..........	13.93	17.37	68.51			
7	20 août 1890..	13	10 tiges pesant ensemble 1gr,95.	20	10	18	Initiale..........	6.84	19.09	74.07	1.39	1.42	0.98
							Finale..........	8.23	17.67	74.10			
8	24 août 1890..	15	10 tiges pesant ensemble 2gr,5..	20	10	19	Initiale..........	10.27	18.03	71.70	1.02	1.20	0.85
							Finale..........	11.32	16.87	71.81			
							Correction relative à Az..........	11.29	16.83	71.70			
9	26 août 1890..	17	10 tiges pesant ensemble 2gr...	20	10	19	Initiale..........	4.26	19.73	76.01	0.56	0.86	0.65
							Finale..........	4.84	18.94	76.22			
							Correction relative à Az..........	4.82	18.87	76.01			
10	28 août 1890..	19	10 tiges pesant ensemble 2gr,3..	20	10	18	Initiale..........	5.36	19.46	75.18	0.80	0.96	0.83
							Finale..........	6.18	18.54	75.28			
							Correction relative à Az..........	6.16	18.50	75.18			

TABLEAU II. — Respiration des Mousses pendant le sommeil.

NUMÉROS DES LOTS SOUMIS AUX EXPÉRIENCES.	DATES des EXPÉRIENCES.	NUMÉRO DE L'EXPÉRIENCE.	NOMBRE ET POIDS des TIGES FEUILLÉES.	VOLUME DE L'AIR CONFINÉ.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE MOYENNE.	PRISES DE GAZ ET CORRECTIONS.	COMPOSITION CENTÉSIMALE déduite des lectures sur l'appareil à analyses. CO^2.	O.	Az.	GAZ ÉCHANGÉS. CO^2 dégagé.	O. absorbé.	RAPPORT $\frac{CO^2}{O}$.
				c. c.	heur.	degr.							
1	29 juillet 1890.	2	10 tiges pesant ensemble 2gr,3..	20	10	19	Initiale	0.20	19.80	80.00	0.58	0.66	0.88
							Finale	0.78	19.14	80.08			
2	31 juillet 1890.	4	10 tiges pesant ensemble 2gr,5..	20	10	17	Initiale	4.74	20.09	75.17	1.29	1.30	0.99
							Finale	6.03	18.79	75.18			
3	2 août 1890...	6	10 tiges pesant ensemble 1gr,92.	20	10	18	Initiale	5.88	19.63	74.49	0.72	0.72	1.00
							Finale	6.60	18.91	74.49			
4	4 août 1890...	8	10 tiges pesant ensemble 2 gr..	20	10	20	Initiale	10.52	19.30	70.18	1.07	1.14	0.94
							Finale	11.60	18.18	70.22			
							Correction relative à Az	11.59	18.16	70.18			
5	11 août 1890..	10	10 tiges pesant ensemble 2gr,2..	20	10	19	Initiale	3.05	20.10	76.85	0.58	0.60	0.97
							Finale	3.63	19.50	76.87			

6	15 août 1890..	12	10 tiges pesant ensemble 2gr,5..	20	10	20	Initiale..........	8.74	19.86	71.40	1.59	1.74	0.91
							Finale...........	10.36	18.16	71.48			
							Correction relative à Az...........	10.33	18.12	71.40			
7	21 août 1890..	14	10 tiges pesant ensemble 1gr,95.	20	10	19	Initiale..........	9.86	19.06	71.08	0.81	0.90	0.90
							Finale...........	10.68	18.18	71.14			
							Correction relative à Az...........	10.67	18.16	71.08			
8	25 août 1890..	16	10 tiges pesant ensemble 2gr,5..	20	10	17	Initiale..........	5.15	19.06	75.79	0.16	0.24	0.66
							Finale...........	5.32	18.84	75.84			
							Correction relative à Az...........	5.31	18.82	75.79			
9	27 août 1890..	18	10 tiges pesant ensemble 2 gr..	20	10	17	Initiale..........	2.66	20.00	77.34	0.16	0.26	0.62
							Finale...........	2.83	19.76	77.41			
							Correction relative à Az...........	2.82	19.74	77.34			
10	29 août 1890..	20	10 tiges pesant ensemble 2gr,3..	20	10	19	Initiale..........	2.97	19.90	77.13	0.45	0.53	0.85
							Finale...........	3.43	19.39	77.18			
							Correction relative à Az...........	3.42	19.37	77.13			

§ III. — Examen des résultats relatifs a la respiration des Mousses pendant l'état de veille.

En examinant les résultats exposés dans le tableau n° 1, on constate que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ du volume de l'acide carbonique exhalé par la respiration des tiges feuillées au volume d'oxygène absorbé est toujours soit inférieur soit égal à l'unité et que dans les cas où il est inférieur à l'unité, ce rapport en est toujours très voisin. En d'autres termes, pendant la respiration, les Mousses assimilent une faible quantité d'oxygène, et cette assimilation d'oxygène, souvent nulle, est presque toujours négligeable au moins pour les tiges qui ont atteint leur taille définitive.

Si, en même temps que les variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$, on note les températures correspondantes à chacune des expériences, on pourra faire le relevé suivant :

A la température de	20°	et pour le	2e lot........	$\frac{CO^2}{O} = 0.80$
—	20°	—	4e lot........	$= 0.94$
—	20°	—	6e lot........	$= 0.94$
—	19°	—	5e lot........	$= 0.80$
—	19°	—	8e lot........	$= 0.85$
—	18°	—	7e lot........	$= 0.98$
—	18°	—	10e lot........	$= 0.83$
—	17°	—	1er lot........	$= 1.00$

On a donc $\frac{CO^2}{O} = 1 =$ constante.

Ce relevé permet de constater que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ prend la même valeur à diverses températures, et des valeurs différentes à une même température. D'une manière générale la valeur de ce rapport est donc indépendante de la température. En outre les valeurs de ce rapport sont assez rapprochées les unes des autres pour qu'on puisse le considérer comme constant. Ces résultats montrent que malgré la durée relativement longue

du séjour des tiges feuillées dans l'appareil à analyses, la respiration n'a pas cessé d'être normale.

Nous pouvons donc conclure :

Dans la respiration, à l'obscurité, des Mousses à l'état de veille, le rapport du volume d'acide carbonique dégagé au volume d'oxygène absorbé est constant quelle que soit la température.

Cette conclusion suffit pour montrer que la respiration des Mousses à l'état de veille rentre dans le cas général de la respiration des plantes à chlorophylle.

§ IV. — Examen des résultats relatifs a la respiration des Mousses a l'état de sommeil.

Si l'on jette un coup d'œil sur les résultats exposés dans le tableau II, relatif à la respiration des Mousses pendant l'état de sommeil, on observe que la respiration n'est pas interrompue, et que les échanges gazeux s'opèrent avec la même régularité qu'à l'état de veille. Quand le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est inférieur à l'unité, il en est toujours fort rapproché. Il atteint même l'unité sans la dépasser. On peut donc encore ici considérer l'assimilation d'oxygène comme négligeable chez les sujets complètement développés.

Dressons maintenant une liste des valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$ et notons les températures correspondantes :

A la température de	20° le 4ᵉ lot	a gagné :	$\frac{CO^2}{O} = 0.94$
—	20° le 6ᵉ	—	$= 0.91$
—	19° le 5ᵉ	—	$= 0.97$
—	19° le 7ᵉ	—	$= 0.90$
—	18° le 3ᵉ	—	$= 1.00$
—	17° le 2ᵉ	—	$= 0.99$

On a donc $\frac{CO^2}{O} = 1 =$ constante.

Ainsi pendant la respiration, à l'obscurité, des Mousses à l'état de sommeil, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ peut prendre la même valeur à des

températures diverses et des valeurs différentes à une même température. La valeur de ces rapports est donc, comme dans l'état de veille, indépendante de la température. Ici encore les variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ sont assez faibles pour qu'il soit permis de le considérer comme constant.

Nous pouvons donc énumérer les conclusions suivantes :

1° *A l'obscurité, et pendant l'état de sommeil, les tiges feuillées des Mousses exhalent de l'acide carbonique et absorbent de l'oxygène, ce qui revient à dire que la respiration n'est pas interrompue pendant l'état de sommeil;*

2° *Le rapport* $\frac{CO^2}{O}$ *du volume de l'acide carbonique exhalé au volume d'oxygène absorbé est constant, quelle que soit la température.*

§ V. — Variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ avec le développement.

D'après les travaux de MM. Bonnier et Mangin sur la respiration dans l'ensemble des végétaux, on sait que la respiration et en particulier le rapport $\frac{CO}{O}$ varie avec le développement de chaque plante. Pour étudier ces variations sur la tige feuillée des Mousses, il faudrait répéter de nombreuses expériences sur des tiges à tous les états de croissance. Mais ce n'est pas le but que je me suis proposé d'atteindre. Cependant on remarquera, dans les tableaux I et II, que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ s'écarte notablement de l'unité dans les expériences pratiquées sur le huitième et le neuvième lot de tiges feuillées. Or, parmi les tiges qui composaient les deux lots, un certain nombre, bien que d'aspect robuste et de même taille que les autres, étaient plus jeunes et portaient des feuilles moins vertes. L'abaissement du rapport $\frac{CO^2}{O}$ dans ces deux lots pourrait donc s'expliquer par l'état de jeunesse des tiges et par la couleur plus pâle des feuilles.

§ VI. — Comparaison des intensités de la respiration des Mousses a l'état de sommeil et a l'état de veille.

Nous pouvons prendre pour unité d'intensité respiratoire la quantité d'acide carbonique exhalé par les plantes pendant l'unité de temps, soit à l'état de veille soit à l'état de sommeil.

Cela posé, désignons par R_s l'intensité de la respiration pendant l'état de sommeil, par R_v l'intensité de la respiration pendant l'état de veille, par C_s et C_v les quantités d'acide carbonique dégagées dans l'un et dans l'autre cas. Toutes les expériences indiquées dans les tableaux précédents ayant eu la même durée, il s'ensuit que le rapport des intensités de la respiration pendant l'état de sommeil et pendant l'état de veille est égal au rapport des quantités absolues d'acide carbonique exhalé par la plante dans ces deux états, c'est-à-dire que l'on a :

$$\frac{R_s}{R_v} = \frac{C_s}{C_v}.$$

Or, en comparant les résultats obtenus pour un même lot de plantes dans la respiration à l'état de sommeil et dans la respiration à l'état de veille, on peut dresser le tableau suivant :

TABLEAU III. — Intensités comparées de la respiration pendant l'état de sommeil et pendant l'état de veille.

NUMÉROS DES LOTS.	CO^2 DÉGAGÉ PENDANT LE SOMMEIL ou C_s.	CO^2 DÉGAGÉ PENDANT LA VEILLE ou C_v.	RAPPORT DES INTENSITÉS $\frac{R_s}{R_v}$
1	0.58	1.38	0.42
2	1.29	2.22	0.58
3	0.72	1.30	0.55
4	1.07	1.84	0.58
5	0.58	1.31	0.44
6	1.59	2.90	0.54
7	0.81	1.39	0.58
8	0.16	1.02	0.15
9	0.16	0.56	0.28
10	0.45	0.80	0.56

Il est évident qu'il ne faut pas chercher pour le rapport $\frac{R_s}{R_v}$ des valeurs constantes, puisque les conditions de sécheresse ou d'humidité sont variables pour un même état des tiges feuillées. Autrement dit les tiges feuillées peuvent prendre ou garder la position de sommeil dans un air qui n'est pas absolument dépourvu de vapeur d'eau. C'est du reste ce qui se passe dans les expériences où l'air confiné préalablement desséché contient à la fin de l'expérience la vapeur d'eau provenant de la transpiration des tiges.

Quoi qu'il en soit, un fait certain se dégage de cette étude, c'est que le rapport $\frac{R_s}{R_v}$ est toujours notablement inférieur à l'unité, ou, en d'autres termes, que l'intensité de la respiration des Mousses pendant l'état de sommeil est beaucoup plus faible que l'intensité du même phénomène pendant l'état de veille.

Nous pouvons donc conclure :

L'état de sommeil a pour effet de provoquer sur la tige feuillée des Mousses une diminution notable dans l'intensité de la respiration.

CHAPITRE V

INFLUENCE DU SOMMEIL HYGROMÉTRIQUE SUR LA FONCTION CHLOROPHYLLIENNE.

Pour connaître l'influence de l'état de sommeil sur la fonction chlorophyllienne, il fallait étudier cette fonction sur un même lot de tiges feuillées soumises pendant un même temps à l'expérience, et considérées successivement dans la position de veille et dans la position de sommeil. Ce chapitre sera donc divisé en trois parties : la première traitera de la fonction chlorophyllienne chez les Mousses épanouies ; la seconde étudiera la même fonction chez les tiges feuillées à l'état de sommeil ; enfin la troisième sera consacrée à la comparaison des résultats obtenus dans l'un et dans l'autre cas relativement à l'intensité de la fonction.

§ I. — Fonction chlorophyllienne dans les tiges a l'état de veille.

1° — *Méthode d'expérimentation.* — On sait depuis les expériences de de Saussure et surtout de Garreau que, sous l'influence des radiations lumineuses, deux fonctions distinctes ont lieu simultanément dans les organes pourvus de chlorophylle : la respiration, par laquelle la plante absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique, et la fonction chlorophyllienne, par laquelle la plante absorbe de l'acide carbonique et dégage de l'oxygène.

Si l'on veut comparer l'intensité de la fonction chlorophyllienne, sur des Mousses à l'état de veille, à l'intensité de cette même fonction sur les mêmes plantes à l'état de sommeil, il est indispensable d'isoler l'action chlorophyllienne.

Pour atteindre ce but, j'ai suivi la méthode de l'exposition successive à l'obscurité et à la lumière. MM. Bonnier et

Mangin (1) ont suffisamment démontré la concordance des résultats obtenus par cette méthode avec ceux fournis par la méthode des anesthésiques, celle de la baryte, etc. Elle a d'ailleurs l'avantage de n'exiger qu'un matériel assez restreint, et les manipulations y sont à la fois plus faciles et plus rapides que dans les autres.

Elle consiste à laisser séjourner les tiges feuillées dans une atmosphère confinée, d'abord à l'obscurité pendant un temps déterminé, puis à la lumière diffuse pendant le même temps. Une prise de gaz est faite au début de l'expérience ; une deuxième prise est faite à la fin du séjour à l'obscurité et donne la mesure du phénomène respiratoire ; une troisième prise de gaz faite à la fin de l'exposition à la lumière, donne la résultante de la fonction respiratoire et de l'action chlorophyllienne.

Soient c'	le volume	d'ac. carbonique dégagé	pendant le séjour à l'obscurité.
— o'	—	d'oxygène absorbé	
— x	—	d'ac. carbonique dégagé	pendant la respiration à la lumière.
— y	—	d'oxygène absorbé	
— c	—	d'ac. carbonique absorbé	par la résultante des deux fonctions à la lumière.
— o	—	d'oxygène dégagé	

Nous remarquerons que, pendant l'exposition à la lumière, les tiges feuillées ont absorbé la quantité c d'acide carbonique disparu, plus la quantité x d'acide carbonique dégagé par la respiration ; que d'autre part les mêmes tiges ont dégagé une quantité y d'oxygène immédiatement utilisée par la respiration, plus la quantité o d'oxygène retrouvée en excès à la fin de l'expérience.

Le rapport des volumes de gaz dégagé et absorbé par l'action chlorophyllienne isolée sera donc :

$$\frac{y+o}{x+c}=a.$$

Si la lumière n'exerçait aucune influence sur le phénomène respiratoire et si la température restait constante, on aurait, pour des séjours de même durée à l'obscurité et à la lumière :

$$y=o' \quad \text{et} \quad x=c'.$$

(1) G. Bonnier et Mangin, *Annales des sciences naturelles*. Bot., 7e série, t. III, p. 5.

Mais les radiations lumineuses ont sur la respiration une influence retardatrice ; MM. Bonnier et Mangin ont démontré en effet, que pour les tissus sans chlorophylle

y prend des valeurs comprises entre les limites $\frac{19}{20}o'$ et $\frac{2}{3}o$

x — — $\frac{19}{20}c'$ et $\frac{2}{3}c'$

et que par suite les valeurs du rapport a seraient

$$\frac{\frac{19}{20}o' + o}{\frac{19}{20}c' + c}$$

pour une influence lumineuse minima et

$$\frac{\frac{2}{3}o' + o}{\frac{2}{3}c' + c}$$

pour une influence lumineuse maxima. Ils ont ensuite prouvé d'une manière indirecte que cette influence s'exerce de la même manière sur les tissus à chlorophylle.

Mais dans les calculs relatifs aux expériences que je décrirai dans la suite j'ai presque toujours trouvé pour les deux rapports limites des valeurs identiques ou différant très peu les unes des autres. D'autre part les expériences ayant toujours été réalisées à la lumière diffuse, on peut considérer l'influence lumineuse comme très faible, c'est-à-dire supposer que la respiration s'effectue à la lumière avec la même intensité qu'à l'obscurité. Si nous ajoutons que cette influence s'exerce sur les tiges à l'état de sommeil aussi bien que sur les tiges à l'état de veille, nous serons conduits à la négliger, lorsque nous ferons le rapport des intensités de la fonction chlorophyllienne dans l'un et dans l'autre cas.

Dans tout ce qui va suivre nous supposons donc toujours

$$\begin{matrix} y = o' \\ x = c' \end{matrix} \quad \text{et par suite} \quad a = \frac{o' + o}{c' + c}$$

2° — *Types d'expériences.* — Quatre heures avant le commen-

cement de chaque expérience, une éprouvette remplie d'air atmosphérique était exposée sur le col d'un flacon rempli d'eau et son contenu gazeux s'y saturait d'humidité. A 9 heures du soir les tiges feuillées fraîchement coupées, complètement épanouies, étaient introduites au nombre de dix dans l'éprouvette. Celle-ci était portée sur le mercure où on y introduisait une petite quantité d'acide carbonique destinée à parer aux besoins de l'assimilation chlorophyllienne. Puis on faisait la prise initiale après avoir brassé les gaz de l'éprouvette. On obtenait ainsi la composition de l'atmosphère au commencement de l'expérience. On portait l'appareil à l'obscurité où il séjournait pendant 10 heures. A 7 heures du matin une deuxième prise de gaz permettait de connaître les échanges gazeux produits par la respiration seule.

Soit, par exemple, l'expérience n° 5 faite les 1er et 2 août 1890, et portant sur le troisième lot de tiges feuillées (tableau IV). Les tiges pesaient ensemble 1gr,92 et étaient placées dans 20 centimètres cubes d'air. La température moyenne était de 18°. On a trouvé pour un séjour de 10 heures à l'obscurité l'échange suivant :

$$+CO^2 = 1.30$$
$$-\ O = 1.66$$

Aussitôt après la deuxième prise l'éprouvette a été exposée à la lumière diffuse jusqu'à 5 heures du soir. On faisait alors une prise finale qui donnait la composition de l'atmosphère à la fin de l'expérience. Or la deuxième prise faite à la fin du séjour à l'obscurité avait donné la composition des gaz au commencement du séjour à la lumière. La comparaison de ces deux résultats donnait le volume d'acide carbonique et le volume d'oxygène échangé pendant 10 heures par la résultante de la respiration et de la fonction chlorophyllienne.

Dans l'expérience n° 5 (tableau IV) la deuxième prise (initiale par rapport à l'exposition à la lumière) avait donné :

$$CO^2 = 8.26 \qquad O = 18.13 \qquad Az = 73.25$$

La prise finale a donné :

$$CO^2 = 6.72 \qquad O = 19.62 \qquad Az = 73.66$$

En ramenant au taux d'azote primitif, elle devient :

$$CO^2 = 6.67 \qquad O = 19.50 \qquad Az = 73.25$$

On a donc :

$$-CO^2 = 1.59$$
$$+O = 1.37$$

Mais ces résultats sont le produit de la respiration et de la fonction chlorophyllienne qui se sont, à la lumière, effectuées simultanément. Pour isoler l'action chlorophyllienne nous ferons

$$c = 1.59 \text{ et } o = 1.37$$

dans la formule

$$a = \frac{o' + o}{c' + c}.$$

Le séjour à l'obscurité nous permet d'écrire sans grande erreur

$$c' = 1.30 \qquad o = 1.66$$

on aura donc :

$$a = \frac{1.30 + 1.59}{1.66 + 1.37} = 1.05.$$

Les résultats obtenus dans un grand nombre d'expériences diffèrent peu les uns des autres pour ce qui est de la valeur de ce rapport. Le tableau IV résume un certain nombre d'expériences réalisées sur des tiges feuillées dans la position de veille.

TABLEAU IV. — Fonction chlorophyllienne pendant la veille.

NUMÉROS DES LOTS SOUMIS AUX EXPÉRIENCES.	DATE de EXPÉRIENCES.	Nos DES EXPÉRIENCES.	NOMBRE ET POIDS des TIGES FEUILLÉES.	VOLUME DE L'AIR CONFINÉ.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	EXPOSITION A L'OBSCURITÉ. Durée : 10 h.			EXPOSITION A LA LUMIÈRE Durée : 10 h.					RÉSULTANTE DE LA RESPIRATION et de la fonction chlorophyllienne.			FONCTION CHLORO-PHYLLIENNE isolée.		
						Température moyenne.	CO^2 dé-gagé. 0/0	O ab-sorbé. 0/0	TEMPÉRATURE moyenne.	PRISE DE GAZ.	COMPOSITION centésimale déduite de l'analyse. CO^2	O	Az	CO^2 ab-sorbé. 0/0	O dé-gagé. 0/0	$\frac{O}{C}$	CO^2 ab-sorbé. 0/0	O dé-gagé. 0/0	Rap-port a
				c.c.	heur.	degr.			degr.										
										Initiale.....	9.25	16.92	73.81						
1	28-29 juillet 1890.	1	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,3.	20	20	17	1.38	1.38	18	Finale......	8.01	18.27	73.72	1.24	1.36	1.09	2.62	2.74	1.05
										Correction..	8.01	18.28	73.81						
										Initiale.....	2.22	17.89	79.24						
2	30-31 juillet 1890.	3	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,5.	20	20	20	2.22	2.87	21	Finale......	0.38	19.84	79.78	1.85	1.81	0.98	4.07	4.68	1.15
										Correction..	0.37	19.70	79.24						
										Initiale.....	8.26	18.13	73.25						
3	1er-2 août 1890.	5	10 tiges feuillées pesant ensemble 1gr,92.	20	20	17	1.30	1.66	18	Finale......	6.72	19.62	73.66	1.59	1.37	0.86	2.89	3.03	1.05
										Correction..	6.67	19.50	73.25						
										Initiale.....	9.04	17.59	73.27						
4	3-4 août 1890.	7	10 tiges feuillées pesant ensemble 2 gr.	20	20	20	1.84	1.94	22	Finale......	5.66	21.18	73.16	3.38	3.70	1.09	5.22	5.64	1.08
										Correction..	5.66	21.19	73.27						

5	10-11 août 1890.	9	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,2.	20	20	19	1.31	1.64	22	Initiale..... Finale...... Correction..	3.85 0.22 »	18.91 22.87 »	76.91 76.91 »	3.63	3.96	1.09	4.94	5.60	1.13
6	14-15 août 1890.	11	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,5.	20	20	20	2.90	3.09	20	Initiale..... Finale...... Correction..	13.93 11.53 11.55	17.37 20.15 20.19	68.51 68.32 68.51	2.38	2.82	1.18	5.28	5.91	1.12
7	20-21 août 1890.	13	10 tiges feuillées pesant ensemble 1gr,95.	20	20	18	1.39	1.42	25	Initiale..... Finale...... Correction..	8.23 3.78 3.79	17.67 22.49 22.60	74.10 73.73 74.10	4.44	4.93	1.11	5.83	6.35	1.08
8	24-25 août 1890.	15	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,5.	20	20	19	1.02	1.20	23	Initiale..... Finale...... Correction..	11.29 2.60 »	16.83 25.66 »	71.70 71.74 »	8.69	8.79	1.01	9.71	9.99	1.02
9	26-27 août 1890.	17	10 tiges feuillées pesant ensemble 2 gr.	20	20	19	0.56	0.86	25	Initiale..... Finale...... Correction..	4.82 0.44 0.43	18,87 23.44 23.39	76.01 76.12 76.01	4.39	4.52	1.03	4.95	5.38	1.08
10	28-29 août 1890.	19	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,3.	20	20	19	0.80	0.96	25	Initiale..... Finale...... Correction..	6.16 2.11 2.11	18.50 22.80 22.82	75.18 75.09 75.18	4.05	4.32	1.06	4.85	5.28	1.08

A l'inspection des résultats résumés dans le tableau IV on voit que le rapport des gaz échangés par l'action chlorophyllienne seule prend toujours des valeurs très voisines de l'unité tout en la surpassant. Au reste la respiration n'a pas cessé d'être normale, car on a obtenu :

Pour les tiges du	1er lot	$r=1$	$a=1.05$
—	2e —	$r=0.80$	$a=1.15$
—	3e —	$r=0.81$	$a=1.05$
—	4e —	$r=0.94$	$a=1.08$
—	5e —	$r=0.80$	$a=1.13$
—	6e —	$r=0.94$	$a=1.12$
—	7e —	$r=0.98$	$a=1.08$
—	8e —	$r=0.85$	$a=1.02$
—	9e —	$r=0.65$	$a=1.08$
—	10e —	$r=0.83$	$a=1.08$

Ainsi les deux fonctions se sont exercées normalement. De plus les résultats obtenus pour le rapport des gaz échangés par l'action chlorophyllienne isolée sont suffisamment concordants et rapprochés de l'unité pour que l'on puisse conclure :

Chez les Mousses à l'état de veille la fonction chlorophyllienne s'effectue normalement et rentre dans le cas général de l'assimilation chlorophyllienne.

Dans le tableau IV figurent les échanges gazeux provenant de la respiration seule et le rapport a de la fonction chlorophyllienne isolée. J'ai en outre mesuré le rapport $\frac{O}{C}$ des gaz échangés dans la résultante des deux fonctions, rapport qui correspond aux nombres trouvés par M. Boussingault dans les recherches sur les échanges gazeux entre l'air et les plantes à la lumière. Les nombres déterminés par M. Boussingault pour le volume de $\frac{O}{C}$ sont compris entre 0,81 et 1,17; on remarquera que les valeurs trouvées pour $\frac{O}{C}$ dans les expériences précédentes sont comprises entre les mêmes limites.

§ II. — Fonction chlorophyllienne dans les tiges feuillées à l'état de sommeil.

Chacun des lots soumis à l'expérimentation à l'état de veille a servi, dans la position de sommeil, à une deuxième expérience, où la durée du séjour à l'obscurité et celle du séjour à la lumière étaient égales entre elles et les mêmes que pour les tiges à l'état de veille. Trois heures avant le commencement de l'expérience, les tiges épanouies étaient introduites sous une cloche renfermant de l'air sec et y prenaient la position du sommeil. A 9 heures du soir, on les introduisait dans une éprouvette contenant de l'air sec, dans laquelle on faisait passer sur le mercure une petite quantité d'acide carbonique. On brassait l'air et on faisait la prise initiale. Une deuxième prise était faite à 7 heures du matin le lendemain à la fin du séjour à l'obscurité, et une prise finale à 5 heures du soir à la fin de l'exposition à la lumière.

Prenons pour exemple la sixième expérience faite les 2 et 3 août 1890 sur le troisième lot de tiges feuillées, déjà expérimentées le 1er et le 2 août à l'état de veille.

Dix tiges feuillées pesant ensemble 1gr,92 étaient placées à l'état de sommeil dans 20 centimètres cubes d'air sec. La température moyenne a été de 20°. On a trouvé pour les échanges de gaz

Obscurité (de 9 h. du soir à 7 h. du matin)..	$+CO^2 = 0.72$ $-\ O = 0.72$
Lumière (de 7 h. du matin à 5 h. du soir)...	$-CO^2 = 1.15$ $+\ O = 1.20$

d'où :

$$\frac{CO^2}{O} = r = 1 \quad \text{et} \quad a = 1.04.$$

Les résultats des autres expériences sont exposés dans le tableau suivant (tableau V) :

TABLEAU V. — Fonction chlorophyllienne chez les Mousses pendant le sommeil.

NUMÉROS DES LOTS SOUMIS AUX EXPÉRIENCES.	DATE des EXPÉRIENCES.	Nos DES EXPÉRIENCES.	NOMBRE ET POIDS des TIGES FEUILLÉES.	VOLUME DE L'AIR CONFINÉ.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	EXPOSITION A L'OBSCURITÉ Durée : 10 h.			EXPOSITION A LA LUMIÈRE Durée : 10 h.					RÉSULTANTE DE LA RESPIRATION et de la fonction chlorophyllienne.			FONCTION CHLOROPHYLLIENNE isolée.		
						Température moyenne.	CO^2 dégagé 0/0.	O absorbé 0/0.	TEMPÉRATURE moyenne.	PRISE DE GAZ.	COMPOSITION centésimale déduite de l'analyse. CO^2	O	Az	CO^2 absorbé 0/0.	O dégagé 0/0.	Rapport $\frac{O}{C}$	CO^2 absorbé. 0/0	O dégagé. 0/0	Rapport a
				c.c.	heur.	degr.			degr.										
1	29-30 juillet 1890.	2	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,3.	20	20	19	0.58	0.66	19	Initiale..... Finale......	0.78 0.59	19.14 19.39	80.08 80.02	0.19	0.25	1.31	0.77	0.91	1.18
2	31 juillet et 1er août 1890	4	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,5.	20	20	17	1.29	1.30	18	Initiale..... Finale......	6.03 5.45	18.79 19.40	75.18 75.15	0.58	0.61	1.05	1.87	1.91	1.02
3	2-3 août 1890.	6	10 tiges feuillées pesant ensemble 1gr,92.	20	20	18	0.72	0.72	20	Initiale..... Finale......	6.60 6.17	18.81 19.39	74.49 74.44	0.43	0.48	1.11	1.15	1.20	1.04
4	4-5 août 1890.	8	10 tiges feuillées pesant ensemble 2 gr.	20	20	20	1.07	1.14	22	Initiale..... Finale...... Correction..	11.59 11.43 11.44	18.16 18.46 18.47	70.18 70.11 70.18	0.15	0.31	? 2.06	1.22	1.45	1.18

5	11-12 août 1890.	10	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,2.	20	20	19	0.58	0.60	21	Initiale.....	3.63	19.50	76.87	0.32	0.43	1.34	0.90	1.03	1.14
										Finale......	3.31	19.92	76.77						
										Correction..	3.31	19.93	76.87						
6	15-16 août 1890.	12	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,5.	20	20	20	1.59	1.74	23	Initiale.....	10.33	18.12	71.40	1.21	1.35	1.11	2.80	3.09	1.10
										Finale......	9.12	19.47	71.41						
7	21-22 août 1890.	14	10 tiges feuillées pesant ensemble 1gr,95.	20	20	19	0.81	0.90	24	Initiale.....	10.67	18.16	71.08	0.64	0.72	1.12	1.45	1.62	1.11
										Finale......	10.03	18.88	71.09						
8	25-26 août 1890.	16	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,5.	20	20	17	0.16	0.24	26	Initiale.....	5.31	18.82	75.79	0.61	0.90	1.47	0.77	1.14	1.48
										Finale......	4.69	19.68	75.63						
										Correction..	4.70	19.72	75.79						
9	27-28 août 1898.	18	10 tiges feuillées pesant ensemble 2 gr.	20	20	17	0.16	0.26	25	Initiale.....	2.82	19.74	77.34	0.11	0.10	0.90	0.27	0.36	1.33
										Finale......	2.72	19.86	77.42						
										Correction..	2.71	19.84	77.34						
10	29-30 août 1890.	20	10 tiges feuillées pesant ensemble 2gr,3.	20	20	19	0.45	0.53	24	Initiale.....	3.42	19.37	77.13	0.57	0.76	1.33	1.02	1.29	1.26
										Finale......	2.85	20.13	77.02						
										Correction..	2.85	20.15	77.13						

REVUE DES TRAVAUX

RELATIFS AUX MÉTHODES DE TECHNIQUE

PUBLIÉS EN 1889, 1890 ET JUSQU'EN AVRIL 1891 (*Suite*).

III. — Microscopie.

Nouvel objectif à immersion.

Un nouveau progrès vient d'être réalisé dans la construction des objectifs. M. Zeiss, d'Iéna, est parvenu, d'après les indications de M. le professeur Abbe, à obtenir un nouvel objectif qui permet d'utiliser une lumière beaucoup plus oblique que les autres objectifs fabriqués jusqu'ici. Son ouverture numérique est de 1,60, sa distance focale de $2^{mm},5$. Comme liquide à immersion il faut employer avec cet instrument le monobromure de naphtaline dont l'indice de réfraction est de 1,60. Pour en utiliser toute la puissance, il faut que le couvre-objet ait un indice de réfraction supérieur à 1,60 et que l'objet soit plongé dans un milieu d'indice également supérieur à 1,60, tel que le réalgar, l'iodure de mercure, le monobromure de naphtaline. En outre, quand l'éclairage doit atteindre son maximum d'obliquité, le porte-objet doit lui-même être en un flint d'indice de réfraction considérable, et il en est de même pour le condensateur, et entre ces objets, il faut interposer une substance très réfringente, le monobromure de naphtaline par exemple.

On conçoit qu'un tel objectif ne saurait être fait pour des recherches courantes; mais il peut rendre de grands services dans des cas particuliers; par exemple pour donner des renseignements précis sur des structures extrêmement délicates, telles que celles des valves des Diatomées, etc. (1).

L'objectif est constitué de la façon suivante : 1° une lentille frontale simple, plus que demi-sphérique, en flint ayant un indice de réfraction de 1,72; 2° une lentille achromatique formée de deux lentilles simples; 3° une lentille simple en crown; 4° une lentille achromatique à trois verres; 5° une lentille achromatique correctrice formée de deux verres. Dans trois de ces lentilles le crown est remplacé par la fluorite.

Objectif redresseur et à long foyer pour dissection.

Dans diverses recherches de Botanique l'on a à faire des dissections. Pour se trouver dans les meilleures conditions possibles, il est préférable

(1) Pour des détails théoriques et pratiques relatifs à cet objectif voir : Czapsky : *Ueber ein System von der Apertur* 1,60 (*Monobromnaphtalin*), *hergestellt nach Rechnungen von Professor Abbe in der optischen Werkstätte von Carl Zeiss* (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie), et Van Heurck : *La Nouvelle combinaison optique de M. Zeiss et la structure de la valve des Diatomées.*

que les images ne soient pas renversées; il est utile que l'instrument employé ait à la fois une grande distance focale et un assez fort grossissement. Ces trois conditions ne sont simultanément réalisées ni dans la loupe simple, ni dans la loupe de Brucke, ni dans le microscope muni d'un appareil redresseur.

M. Malassez (1) est arrivé à obtenir le résultat cherché. Dans son microscope une première lentille (ou système de lentilles) donne de l'objet une image réelle et renversée. Une seconde lentille (ou système de lentilles) joue le rôle d'objectif du microscope; par elle on obtient de l'image précédente une seconde image réelle, renversée par rapport à la première et par suite droite par rapport à l'objet. C'est cette image que l'on regarde au moyen de l'oculaire.

Des objectifs faits comme il vient d'être indiqué donnent par exemple 7 centimètres de distance focale, et avec l'oculaire 2 de Verick et une longueur de tube de 16 centimètres, un grossissement de 30 diamètres. L'image reste bien plane, le champ suffisamment étendu, 8 à 10 millimètres, et le pouvoir de pénétration de l'instrument est très grand, de 2 à 3 millimètres. Il va sans dire qu'on peut obtenir une plus grande longueur de foyer et aussi une plus grande pénétration, mais ceci aux dépens de la netteté de l'image; un champ plus étendu, mais avec un grossissement moindre.

Nouvel appareil pour mesures microscopiques.

Nous avons rappelé dans une Revue précédente (2) comment on mesure les dimensions d'un objet au moyen d'un micromètre oculaire et d'un micromètre objectif. La méthode exposée ne donne pas des résultats suffisamment précis quand il s'agit de dimensions extrêmement faibles, l'épaisseur de certaines membranes, etc. Un nouveau micromètre vient d'être imaginé par M. Lindau; il est fondé sur le principe de la double réfraction du quartz (3).

Imaginons qu'on place un prisme de quartz au-dessus d'un oculaire au foyer duquel est un point lumineux et son image; en général on voit deux images; pour une certaine position du prisme les deux images coïncident; si on fait tourner le prisme, l'une des deux s'écarte de l'autre et la distance devient maximum quand la rotation est de 90°; si l'on continue à tourner la distance diminue et il y a une nouvelle coïncidence quand la rotation totale est de 180°. Les mêmes faits se reproduisent quand on tourne de 180° à 360°.

Dans le nouveau micromètre on tourne le prisme jusqu'à ce que la distance des deux images soit égale à la dimension que l'on veut mesurer.

Si Δ est cette distance, φ l'angle de rotation, m la distance maximum des deux images pour un grossissement donné v, l'on a la relation

$$\Delta = m \sin \varphi;$$

si d'autre part Δ' est la grandeur apparente de l'objet et d sa gran-

(1) Malassez : *Objectif redresseur et à long foyer* (Archives de Médecine expérimentale, 1889).

(2) Voir Revue générale de Botanique, 1889, p. 344.

(3) Lindau : Naturwissenschaftlicher Wochenschrift, t. IV, 1889.

deur réelle, l'on a avec le grossissement v :

$$\Delta' = dv.$$

Si l'on rend Δ égal à Δ', l'on a :

$$dv = m \sin \varphi,$$

d'où :

$$d = \frac{m}{v} \sin \varphi.$$

La constante m ou $\frac{m}{v}$ est déterminée si l'on mesure d'abord un objet de dimension connue.

Cette constante $\frac{m}{v}$ est une quantité très petite. Dans les prismes et lentilles avec lesquels a travaillé l'auteur, elle était égale à 9 μ. On voit donc que pour passer de la distance 0 à la distance 9 μ il faut tourner de 90°. Une rotation de 1° correspond à $\frac{1}{10}$ μ. La précision, comme on le voit, peut être très grande.

Voici comment est constitué l'appareil : Un cercle divisé est porté par un tube que l'on place à l'extérieur du tube du microscope, et que l'on fixe à l'aide d'une vis de pression. Ce cercle est réduit à deux quadrants opposés pour être plus léger. Ce cercle disposé, on met l'oculaire à sa place habituelle, et au-dessus du premier cercle on place un second cercle qui porte le prisme de quartz; l'angle de ce prisme est de 70°. A ce cercle sont fixés deux bras, l'un formant vernier avec le cercle divisé et pouvant donner le dixième de degré, par conséquent le centième d'un μ, l'autre étant une tige qui sert à faire tourner le cercle supérieur.

Terminons en notant un vœu qui a été émis par M. Reinsch (1). Ce savant propose que les botanistes se servent toujours de grossissements tels que l'on puisse obtenir facilement, au moyen d'une multiplication ou d'une division très simple, les dimensions réelles d'un objet microscopique dont on a sous les yeux la figure. Il dresse le tableau suivant qui, comme on le verra, ne donne lieu qu'à de très courts calculs :

Quand le grossissement est	Les dimensions de la figure divisées par	Donnent en μ les dimensions de l'objet.
2500	2.5	—
2000	2	—
1500	1.5	—
1000	1	—
	multipliées	
500	2	—
250	4	—
200	5	—
125	8	—
100	10	—

(1) Reinsch : *Introduction d'une échelle universelle de grossissement des figures microscopiques* (Bulletin de la Société botanique de France. — Actes du Congrès international, 1889, p. CCVII).

Assurément avec ces grossissements les dimensions réelles des objets d'après les dimensions de la figure se calculeraient rapidement ; mais les jeux d'objectifs et d'oculaires aujourd'hui employés ne donnent pas nécessairement ces nombres, et l'avantage obtenu est-il suffisant pour qu'il faille modifier objectifs et oculaires ? Nous ne le pensons pas. D'ailleurs, dans bien des cas, ne peut-on pas avoir besoin de grossissements compris entre ceux donnés par l'auteur, tels que 150, 600, 800, 1 200 ou autres ?

IV. — Photographie.

Il peut être utile dans une foule de cas, en Botanique, de reproduire avec plus d'exactitude que par un dessin des préparations d'objets variés. Dans ce cas, la photographie s'impose.

Voici, par exemple, comment l'on peut obtenir des figures entièrement exactes de la nervation des feuilles, d'après M. Fayod (1).

On emploie la feuille elle-même comme négatif. On l'applique sur un papier sensibilisé, et l'on expose à la lumière. Il va sans dire que le contact doit être parfait ; c'est donc la face supérieure qu'il faut appliquer sur le papier, les nervures y faisant moins saillie. Le mésophylle de la feuille arrête une grande quantité de lumière ; les nervures plus translucides en laissent passer davantage et par suite les endroits correspondants du papier noircissent plus vite ; la feuille sera dessinée en blanc, les nervures en noir.

Il est bon d'exposer à une lumière aussi vive que possible, cinq ou vingt minutes, suivant les cas ; ceci est affaire d'expérience. On contrôle le résultat de temps en temps comme pour une épreuve ordinaire. On fixe à l'hyposulfite de soude à 15 ou 20 p. 100, puis on effectue le virage. Il faut tenir bien compte de ce fait qu'au fixage la teinte baisse toujours.

Cette méthode assurément ne peut pas convenir à toutes les feuilles. Il est bien rare qu'une méthode unique donne des résultats excellents dans tous les cas. Il faut toujours avoir à sa disposition le plus de méthodes possible et savoir les employer judicieusement.

Il est bon de laisser les feuilles fraîches perdre un peu de leur eau avant de les employer, afin que la pression assez forte que l'on est obligé d'employer pour assurer le contact, ne fasse pas sortir de la feuille une humidité nuisible au succès.

La feuille peut posséder des nervures très fines, plongées dans le parenchyme et difficiles à faire venir. Dans ce cas on décolore la feuille par l'alcool et pour l'éclaircir on la trempe quelques minutes dans une solution assez concentrée de potasse ; on lave à l'eau additionnée d'acide chlorhydrique, puis à l'eau pure et l'on sèche sous presse. La feuille employée ensuite comme négatif donne des positifs un peu moins foncés que le fond du papier sur lequel ils se détachent, et les nervures sont dessinées en blanc.

Les plantes d'herbier bien préparées ne sont pas moins aptes que les plantes fraîches à donner de bonnes reproductions.

(1) Fayod : *Note sur une nouvelle application de la photographie en Botanique* (Malpighia, vol. III).

Il n'y a pas que les nervures d'une feuille que l'on puisse reproduire par le procédé dont nous parlons. L'amidon, le glucose, par exemple, peuvent être mis en évidence par leurs réactifs habituels, et une photographie effectuée comme nous venons de l'indiquer conserve l'image de la répartition de ces diverses substances dans la feuille. Dans diverses autres circonstances sans doute on utilisera avec profit la méthode de M. Fayod.

La question d'éclairage est l'une des plus importantes en microphotographie. L'intensité de la lumière doit être aussi constante que possible. L'intensité de la lumière solaire peut varier à chaque instant avec l'état du ciel. La lumière du magnésium et la lumière oxydrique sont bien préférables, mais leur emploi est fort coûteux. M. Sternberg (1) obtient de bons résultats avec la seule lumière du gaz.

Le microscope est fixé à la chambre noire, et, en avant, s'élevant un peu moins haut que l'objectif, sont disposés en file un certain nombre de becs de gaz; un écran empêche la chaleur directe des becs de tomber sur le microscope. Cet écran est percé d'une ouverture située en face de l'objectif. La lumière de tous les becs, réfléchie au moyen d'un miroir situé plus loin, est suffisante pour éclairer l'objet et donner une bonne image photographique. Un système de leviers permet à l'opérateur placé du côté de la glace dépolie de mettre au point en agissant sur la vis du microscope.

On cherche parfois en microphotographie à absorber certains rayons avant que la lumière n'arrive à l'objet. Pour absorber les rayons ultra-violets, M. Miethe (2) se sert de plaques à la gélatine. La substance absorbante et étendue sur la plaque est formée de 2 grammes de gélatine, 2 grammes de glycérine, 59 milligrammes d'æsculine et 25 centimètres cubes d'eau. On dissout d'une part la gélatine dans 15 cc. d'eau, et d'autre part la glycérine et l'æsculine dans 10 cc. d'eau ; on mêle les deux liquides et l'on filtre. C'est ce mélange que l'on étend sur une plaque de verre. Une plaque ainsi constituée ne réalise pas encore complètement l'absorption ; il est bon d'ajouter une seconde plaque sur laquelle 2 centigrammes de fluorescine remplacent l'æsculine. Au bout d'un temps assez long la plaque à l'æsculine brunit sensiblement; on la remplace par une nouvelle plaque.

V. — Variétés.

Instruments pour colorer et chercher les coupes microscopiques.

Habituellement, les botanistes qui font un travail d'anatomie ont à faire subir aux coupes microscopiques un traitement par une série de liquides successifs: alcool, réactifs colorants, etc. Le procédé généralement employé consiste à transporter les coupes successivement d'un liquide dans le suivant jusqu'au dernier. On comprend facilement que si l'on a affaire à un grand nombre de coupes, ces transports multipliés peuvent prendre un temps fort long; en outre, quand les coupes sont très petites, il n'est pas toujours facile de les retrouver.

(1) Sternberg : *Photomicrography by Gaslihgt* (John Hopkins University Circulars 1890, p. 72).

(2) *Photographisches Wochenblatt*, 1890.

M. Chauveaud (1) trouve plus simple de faire passer les liquides successivement sur les coupes au lieu de transporter les coupes dans les liquides, et de les faire passer non pas sur chaque coupe isolément, mais sur toutes à la fois. On comprend de suite l'économie de temps obtenue par ce procédé.

Voici comment l'auteur atteint son but : Un tube de verre d'environ 8 à 10 millimètres de diamètre est soufflé au chalumeau ou au bec de Bunsen de façon à être élargi en entonnoir. La partie restée cylindrique est coupée à 2 centimètres environ au-dessus de la partie évasée, et à son extrémité on soude un *disque de platine à mailles extrêmement fines*. Cet entonnoir (fig. 72) est placé sur un vase de verre (fig. 73), et l'on verse dans l'entonnoir le liquide contenant les coupes. L'alcool traverse les mailles de la toile de platine tandis que les coupes sont arrêtées. Alors sur ces coupes on verse l'un

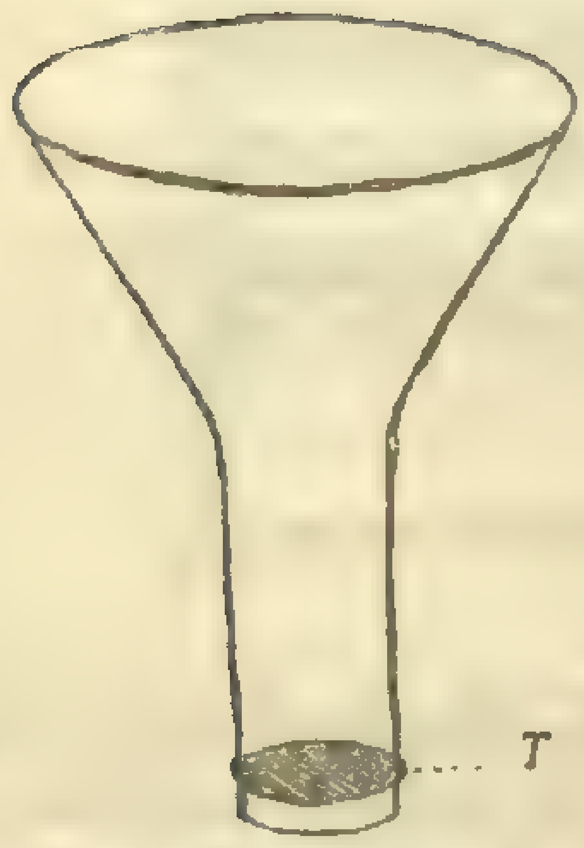


Fig. 72. — Appareil de M. Chauveaud (Microplyne). — T, disque de toile de platine.

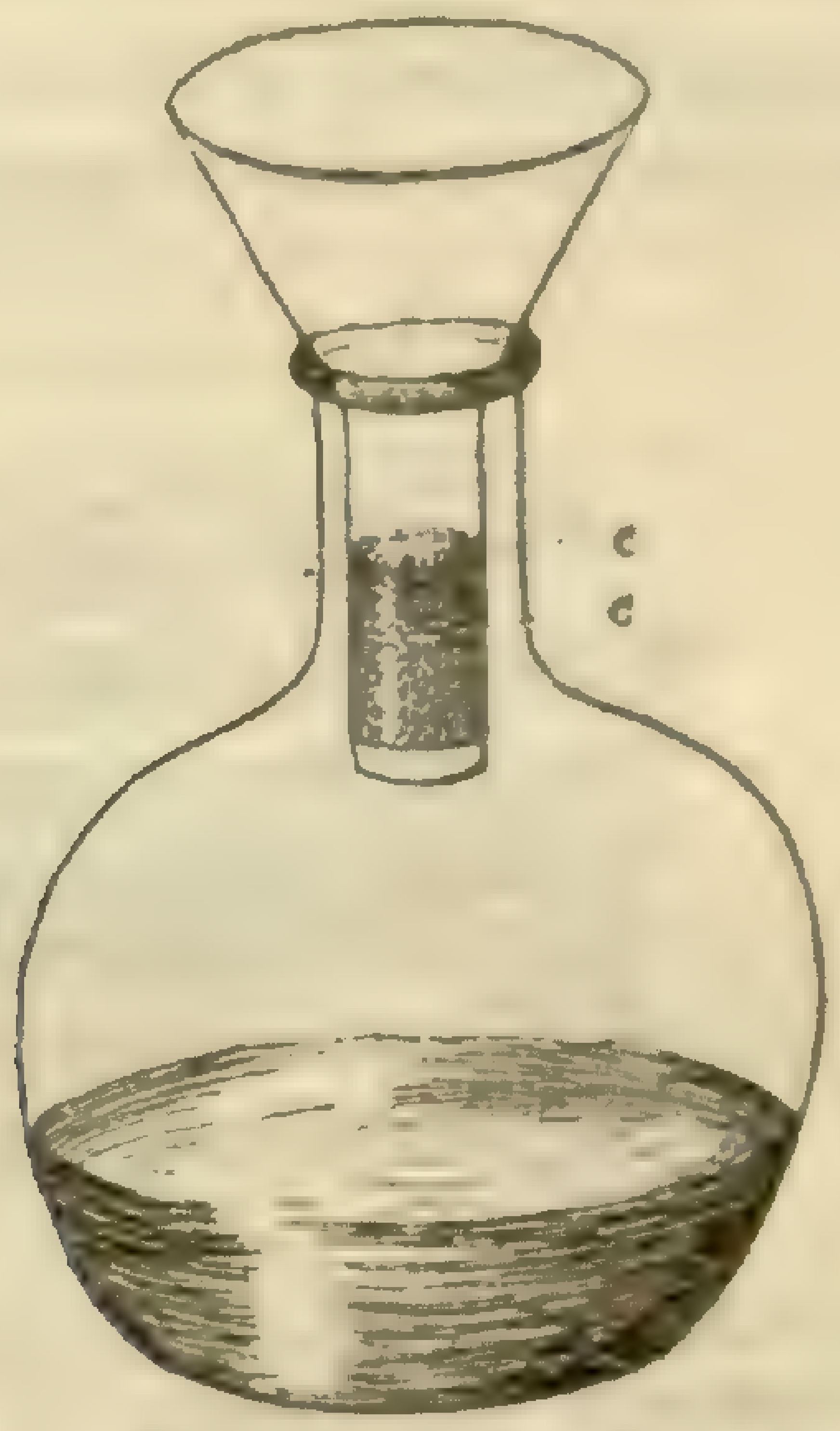


Fig. 73. — Appareil pour la préparation des coupes. — c, première couche de poudre de verre; c', deuxième couche.

après l'autre les divers liquides que l'on veut faire agir. Puis, quand les coupes sont colorées, il suffit de renverser l'entonnoir sur un verre de montre et de verser quelques gouttes d'alcool sur la face inférieure du disque de platine. Elles passent à travers les mailles et entraînent dans le verre de montre les coupes qui paraissent comme de petits points colorés dans l'ensemble du liquide incolore.

Les mailles de la toile de platine n'ont pas une petitesse indéfinie. Quand on opère sur des coupes de très faible diamètre, certaines d'entre elles peuvent passer à travers les mailles dans le ballon au milieu de tous les réactifs mélangés où elles sont perdues. M. Chauveaud perfectionne son procédé de la façon suivante : Au fond de l'entonnoir on met une couche de 8 à 10 millimètres d'épaisseur de poudre de verre retenue par la toile, puis l'on verse le liquide contenant les coupes qui sont arrêtées au passage, et par-dessus

(1) Chauveaud : *Recherches embryogéniques sur l'appareil laticifère des Euphorbiacées, Urticacées, Apocynées et Asclépiadées* (Annales des Sciences naturelles, série 7, t. XIII, 1891).

l'on place une seconde couche de poudre de verre de 4 à 5 millimètres d'épaisseur. C'est alors seulement que l'on verse l'un après l'autre les divers réactifs employés. La poudre de verre supérieure a pour effet d'empêcher un inconvénient qui se produit parfois dans la méthode indiquée plus haut, savoir que quelques coupes peuvent arriver à toucher la paroi de l'entonnoir et y rester adhérentes quand les liquides versés sont passés, de sorte qu'elles se dessèchent et sont perdues. Avec la couche supérieure de poudre de verre, rien de tel n'est à craindre. Quant à la couche inférieure elle empêche entièrement les coupes, même les plus petites, de quitter l'entonnoir, et de plus elle rend l'écoulement des divers liquides plus lent et partant leur action plus efficace; puis il reste toujours entre les particules de verre du liquide qui garantit entièrement les coupes contre la dessiccation.

M. Chauveaud donne à l'ingénieux petit appareil qu'il a imaginé le nom de *microplyne* (de πλυνω, je lave).

Même colorées les coupes, quand elles sont très petites, sont souvent dif-

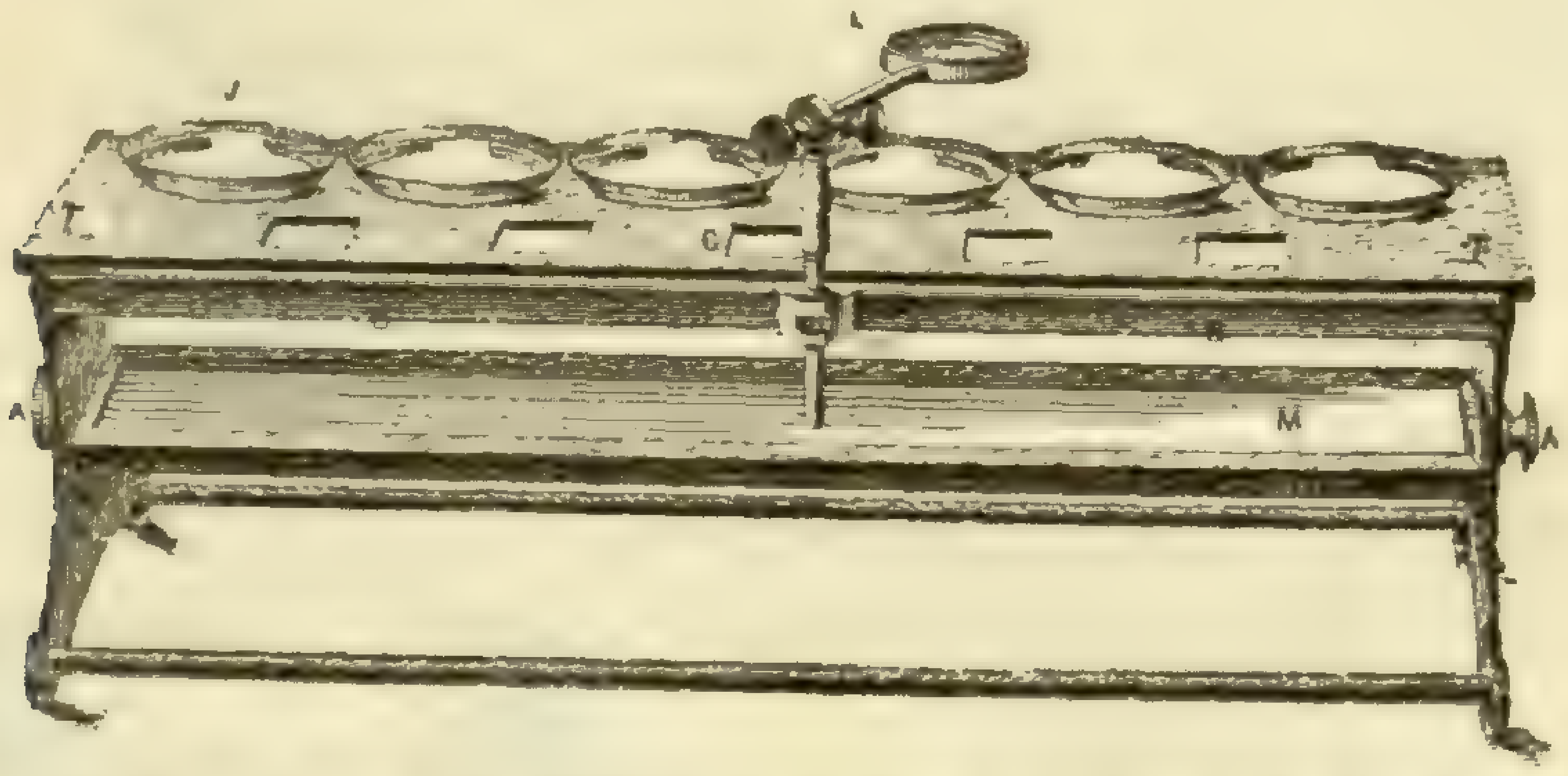


Fig. 74. — Appareil de M. Chauveaud (Microzète). — TT, Table dans laquelle sont les échancrures qui supportent les verres de montre; M, miroir mobile autour de l'axe AA; L, loupe qui se déplace le long de l'appareil au moyen de la manette *m;* J, échancrures pour les verres de montre; G, ouvertures carrées servant au montage des coupes.

ficiles à retrouver dans les verres de montre où elles ont été versées en sortant du microplyne. Pour faciliter ce travail de recherche, M. Chauveaud emploie un appareil (fig. 74), auquel il donne le nom de *microzète* (de ζητω, je cherche).

C'est une table TT, présentant six échancrures circulaires J dans lesquelles sont placés autant de verres de montre qui sont de la sorte appuyés par leur pourtour et dès lors très stables. Ces verres sont éclairés par un miroir M, mobile autour de l'axe AA, et noir sur une face, blanc sur l'autre; suivant que l'objet est incolore ou coloré on emploie la première ou la seconde comme surface réfléchissante. La loupe L qui sert à rechercher les coupes peut être avancée au moyen de la manette *m* par un mouvement de glissement le long de la tige BB, en face du verre où sont les coupes à rechercher.

On voit en outre sur la table cinq ouvertures carrées G qui servent au montage des coupes. La lame porte-objet est placée sur l'ouverture la plus voisine du verre de montre qui contient les coupes, de sorte que le trans-

port est rapide. Avec la loupe on s'assure que les coupes sont bien disposées dans l'espace coïncidant avec la fenêtre, et alors, dessus, on place le couvre-objet de dimensions peu différentes de celles de la fenêtre.

On comprend facilement que cet appareil peut servir dans une foule de cas où l'on emploie une loupe montée.

Pour rendre le miroir difficilement attaquable par les réactifs dont on se sert habituellement, on a recouvert la face argentée d'une seconde glace de verre enfumé; pour une raison analogue, tout l'appareil est en cuivre nickelé.

Appareil pour étudier des objets à une température déterminée (1).

Pour observer des objets à une température bien constante, M. Pfeffer a imaginé l'appareil suivant :

Un vase de verre contenant de l'eau est placé sur la platine du microscope; il a environ 11 centimètres de longueur, 7 de largeur et 3,5 de hauteur. A environ 4 ou 8 millimètres du fond se trouve le porte-objet reposant sur des cales de verre. L'eau est chauffée au moyen d'une plaque de cuivre, disposée sous la platine du microscope et ayant la forme d'un cadre auquel il manquerait un des côtés; le côté du cadre opposé à celui qui manque, situé sous la platine, est percé d'un trou circulaire pour permettre la vision; à l'extrémité des deux autres côtés de ce cadre sont les deux lampes qui chauffent la plaque; un régulateur dont fait partie un réservoir à mercure situé dans l'eau du vase permet d'avoir une température constante.

Si on veut observer à un très fort grossissement, on emploiera des objectifs à immersion ordinaire. Si l'on veut au contraire observer à sec, la partie terminale de l'objectif devra être protégée par une enveloppe de verre ou de métal fermée à sa partie inférieure par une mince lame de verre. On pourrait, en plaçant au-dessus du couvre-objet un tube de verre dans lequel l'eau n'arriverait pas, étudier à l'immersion homogène.

L'appareil permet d'avoir une température bien constante; l'approche de l'objectif du microscope lors des observations n'abaisse la température que d'une fraction de degré. Il est facile de faire varier assez rapidement la température de l'eau, en chauffant la plaque métallique; on peut en un quart d'heure obtenir une élévation de température de 10°. On obtient plus rapidement le même résultat en ajoutant de l'eau chaude à l'eau du vase. Au contraire en mettant de la glace ou un mélange réfrigérant on peut faire des observations à d'assez basses températures.

Appareil pour cultiver sous le microscope des organismes vivants.

M. De Klercker, de son côté, s'y prend un peu différemment pour faire vivre sous le microscope et observer des êtres microscopiques. Sur une lame de verre suffisamment large on dispose parallèlement l'une à l'autre deux autres lames d'environ 28 millimètres de longueur, 6 de largeur et 0,14 d'épaisseur; on les écarte environ de 8 millimètres, et c'est dans la

(1) Pfeffer : *Ein neuer heizbarer Objecttisch nebst Bemerkungen über einige Heizeinrichtungen* (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, vol. VII).

rainure ainsi obtenue qu'on met une goutte d'eau et les êtres à étudier; on recouvre d'une lame de verre très mince; elle est maintenue fixée aux autres lames par deux anneaux de caoutchouc.

Pour assurer le renouvellement de l'eau à chaque extrémité de la rainure, on met un morceau de toile. A côté du microscope est un vase plein d'eau dont le bord supérieur dépasse d'environ 5 centimètres la platine; on y place un siphon et, ce siphon amorcé, on en bouche partiellement l'ouverture libre avec une bande de toile, de façon que l'eau ne coule plus que goutte à goutte; et cette bande est mise en communication avec le morceau de toile situé à une des extrémités de la rainure dont nous avons parlé plus haut. Une autre bande de toile est mise en communication avec le morceau de toile placé à l'autre extrémité de la rainure, et emmène l'eau dans un vase situé plus bas.

On obtient de la sorte un renouvellement continu de l'eau et le courant peut être plus ou moins lent suivant que l'on serre plus ou moins la toile qui bouche le siphon. Le courant étant très lent il suffit de mettre de l'eau une fois par jour dans le vase supérieur; un disque de verre placé sur ce vase empêche la poussière de tomber dans l'eau, et la toile agissant comme filtre peut arrêter une foule d'impuretés, de sorte que l'eau est toujours très propre.

Si l'on veut étudier l'influence d'une substance chimique sur la vie et le développement des êtres dont on s'occupe, il suffit de dissoudre cette substance, en proportion voulue, dans l'eau du vase supérieur.

(*A suivre.*) L. Dufour.

Riella

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

CORBEIL. — IMPRIMERIE ÉD. CRÉTÉ

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TROISIÈME

Livraison du 15 décembre 1891

N° 36

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la Revue, on est prié de vouloir bien de suite renouveler son abonnement pour 1892, en envoyant à l'éditeur la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger). A défaut d'un avis, l'éditeur fera présenter une quittance par la poste le 5 janvier 1892.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1891

Pages.

I. — ÉTUDE SUR LA CULTURE DES BASIDIOMYCÈTES, par **M. J. Costantin** (avec une planche)........................ 497

II. — SUR LA DISTRIBUTION DU *CYCLAMEN EUROPÆUM* DANS LE MASSIF DU JURA, par **M. A. Magnin** (avec une planche)........................ 513

III. — RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA TIGE ET LA FEUILLE DES MOUSSES (avec planches et figures dans le texte) (*fin*), par **M. Eugène Bastit**..... 521

IV. — REVUE DES TRAVAUX RELATIFS AUX MÉTHODES DE TECHNIQUE, publiés en 1889, 1890 et jusqu'en avril 1891, par **M. Léon Dufour** (*fin*)........................ 531

V. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET DE CHIMIE VÉGÉTALE, parus en 1890 et jusqu'en juin 1891, par **M. Henri Jumelle** (*suite*)........................ 534

VI. — TABLES DU VOLUME DE 1891........................ 549

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 19. — *Nyctalis et Marasmius.*

PLANCHE 20. — *Carte de la distribution du Cyclamen europæum dans le massif du Jura et carte de la distribution des Cyclamens en Europe.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

ÉTUDE

SUR

LA CULTURE DES BASIDIOMYCÈTES

Par M. J. COSTANTIN

(Planche 19).

La culture des Champignons comestibles est l'application la plus anciennement connue de la Mycologie, les anciens étaient, en effet, passés maîtres en cet art difficile; les progrès réalisés pendant le moyen âge et les temps modernes ont été relativement peu importants et le nombre des espèces actuellement cultivées est très peu élevé. Les méthodes employées pour les obtenir sont souvent très imparfaites : la pureté de la culture, par exemple, n'est réalisée que d'une manière incomplète et l'on peut avoir à craindre l'invasion de champignons étrangers; rarement enfin on arrive à produire les fructifications pendant toutes les saisons.

Le Champignon de couche est à peu près seul cultivé d'une manière continue et pratique en France; on sait que c'est en « lardant » les meules à fumier de blanc de Champignon, c'est-à-dire de mycélium, que l'on provoque le développement du *Psalliota campestris*. La pureté du milieu nutritif n'est pas assurée dans ce cas, mais le fumier est un aliment si favorable à la fructification de cette espèce qu'elle apparaît seule grâce à l'avance qu'on lui donne en déposant le mycélium dans la meule. C'est donc en vertu du principe de la survivance du plus apte combiné avec celui du premier occupant que s'explique le succès de l'industrie champignonnière si importante aux environs de Paris.

La réussite des cultures de la « pietra fungaia » en Italie et dans le midi de la France se comprend par les mêmes raisons. Cette pierre à champignon était déjà connue des anciens (1), elle est formée d'un terreau argilo-calcaire dont les particules sont agrégées par le mycélium du *Polyporus tuberaster* de manière à former des masses compactes pesant dans certains cas jusqu'à cent livres; quand on couvre de terre ces agglomérations maintenues humides par des arrosages fréquents, on obtient rapidement des fructifications comestibles. Cette méthode de culture n'a pas été vulgarisée jusqu'à présent dans le nord de l'Europe, mais elle a été appliquée en serre avec succès en Angleterre (2) et en Suède.

Dans les deux cas précédents, on part du mycélium pour assurer la perpétuité du Champignon; on peut se servir aussi des spores pour atteindre le même but. C'est ce qu'a fait Desvaux (3) en frottant une rondelle de Peuplier avec les lamelles du *Pholiota ægerita;* il a pu obtenir ainsi jusqu'à huit récoltes en une année. Ce procédé lui avait été suggéré par une pratique des anciens mentionnée dans Pline et Dioscoride (4); d'après ces auteurs, on peut obtenir des Champignons appelés *ægiriti* soit en enfouissant des souches de Peuplier, soit en saupoudrant un terreau convenable d'écorce de Peuplier noir ou blanc (5). Cette méthode a été conservée par tradition dans certaines régions méridionales.

Les espèces qui poussent sur les arbres ne sont pas nombreuses et une essence particulière d'arbre n'en produit souvent qu'une. On comprend donc que les anciens se soient servis de cette observation très simple pour isoler et cultiver un Champi-

(1) Elle est désignée par Hermolaüs sous le nom de *lapis lyncurius*, nom conservé par Cesalpin (1583). Elle a été chantée par Baptiste Fiera dans le poème *Cœna* et bien décrite en 1642 par Aurèle Séverin, professeur d'anatomie et de chirurgie à Naples. Tous les auteurs du XVII^e^ et du XVIII^e^ siècle la mentionnent.

(2) D'après Berkeley.

(3) Desvaux : *Memor. encyclop.*, n° 109, janv. 1840, p. 45.

(4) *Dioscoridis Materia medica*, lib. I, cap. 93.

(5) Les Chinois se procurent depuis un temps très reculé certains Champignons par une méthode analogue : ils mélangent des fragments de Peuplier, d'Orme, de Mûrier, etc., avec de la terre et recouvrent le tout de feuilles en décomposition des mêmes arbres.

gnon déterminé. C'est un pareil procédé qu'utilisent les paysans de la campagne romaine pour obtenir le *Polyporus corylinus*. Une expérience séculaire leur a d'ailleurs appris que les troncs de Noisetier accidentellement brûlés donnent des récoltes plus abondantes; aussi après une cueillette carbonisent-ils les souches pour la culture suivante (1).

Dans tous les cas précédents le mycélium ou les spores existent ou se trouvent déposés sur le substratum nutritif, on a donc la certitude de retrouver finalement les fructifications que l'on veut obtenir. L'ensemencement est quelquefois abandonné au hasard, c'est ce qui arrive pour la culture du *Clitocybe neapolitanus* en Italie (2); le marc de café employé dans ce cas comme terrain d'expérience ne se prête probablement pas aussi bien aux développements d'autres espèces (3).

On comprend tout de suite l'imperfection de cette dernière pratique italienne : l'ensemencement à l'aide des spores apportées par l'atmosphère est tout à fait aléatoire et des espèces étrangères peuvent se montrer sur le sol nourricier. Les méthodes précédentes, plus perfectionnées, ne sont pas exemptes de pareils accidents : Micheli mentionne l'apparition fréquente de Champignons à feuillets sur la « pietra fungaia » et le même fait peut se produire sur les meules à Champignon de couche quand elles fonctionnent mal.

Il a donc été nécessaire quand on a voulu cultiver de nouvelles espèces, d'opérer avec de plus grandes précautions que dans les cas précédents. M. Brefeld, qui a le premier abordé scientifiquement le problème de la culture des Basidiomycètes, a dû employer des milieux à peu près stérilisés par l'ébullition et n'y semer que les spores du Champignon qu'il voulait obtenir.

Ses efforts ont d'abord porté sur les Coprins et sur l'*Armillaria*

(1) Les anciens avaient idée de cette méthode. On sait qu'un médecin de Tarente surnommé Tarentinus disait que l'on peut se procurer des Champignons en arrosant avec de l'eau les cendres de chaume et d'autres plantes qui ont subi une combustion.

(2) Persoon : *Mycologia europæa*, t. III, p. 74.

(3) La culture du Bolet du Muscadier (*Boletus moschocaryanus*) et du Bolet du Sagoutier (*B. saguarius*) se fait d'après la meme méthode à Amboine et les îles voisines : la première espèce pousse sur les tas de brou de noix de muscades, la deuxième sur les débris de bois de Sagou.

mellea. Les premiers poussent spontanément et exclusivement sur le fumier, aussi le milieu de culture a-t-il été facilement trouvé : c'est sur une décoction de fumier portée à l'ébullition que leur développement a pu être suivi jusqu'à la fructification. Avec l'Agaric de miel, la découverte d'un milieu de culture favorable était plus difficile, le hasard a favorisé heureusement les recherches du savant allemand : le jus de pruneau a été trouvé un aliment très propre à la formation des rhizomorphes de la plante qui ont pu se développer ultérieurement à l'intérieur du Sapin pour fructifier ensuite à la surface de l'arbre.

Enfin récemment, le même auteur a pu obtenir des ébauches des fructifications de *Nyctalis* en semant les spores de ce Champignon, sur une décoction de Russules qui avaient été préalablement desséchées. C'est avec l'intention de répéter et de vérifier ces dernières expériences que j'ai commencé les recherches dont je vais exposer maintenant les résultats.

NYCTALIS LYCOPERDOIDES.

Cette plante se rencontre assez communément à l'automne sur le chapeau du *Russula nigricans;* son parasitisme sur une Agaricinée a depuis longtemps attiré l'attention sur elle. Une autre particularité de sa structure a également embarrassé les observateurs : la surface de son chapeau est couverte d'une poussière brun jaunâtre formée d'un grand nombre de spores étoilées. On a cru, au début, que ces spores appartenaient à un parasite du *Nyctalis* (parasite par conséquent au deuxième degré) qui avait été appelé *Asterophora agaricola* puis rattaché aux *Hypomyces* par Tulasne.

Cette opinion semblait plausible quand on s'appuyait sur les analogies de l'aspect et sur la similitude des organes de reproduction des *Hypomyces* avec le prétendu parasite du *Nyctalis*. Cette manière de voir a été longtemps combattue par de Bary qui affirmait, par l'étude de la structure, que l'*Asterophora* était un organe de reproduction du *Nyctalis*. Cette opinion pouvait paraître beaucoup plus invraisemblable que la première, car cette multi-

plicité d'appareils reproducteurs plaçait, à cette époque, le *Nyctalis* en dehors de toutes les autres Agaricinées.

M. Brefeld a définitivement montré que la vérité se trouvait du côté de l'invraisemblance en cultivant des basidiospores de *Nyctalis* sur le milieu indiqué plus haut. Elles ont produit soit immédiatement, soit au bout de peu de temps des spores étoilées, des *Asterophora*, par conséquent. Il n'y a donc point à revenir sur ce point aujourd'hui bien acquis : les *Nyctalis* ont des chlamydospores. C'est vers une autre question que mon attention s'est portée.

Dans ses nombreux essais de culture des Basidiomycètes, M. Brefeld a pu faire germer les basidiospores d'un grand nombre d'espèces sur un milieu dont la constitution n'a pas été publiée jusqu'ici ; il a pu découvrir ainsi dans un très grand nombre de cas des formes oïdiales, mais le plus souvent le mycélium n'a pas produit autre chose. Avec le *Nyctalis* les basidiospores n'ont pas germé dans ce liquide, ce n'est que sur un milieu nutritif obtenu en additionnant de sucre une décoction de *Russula adusta* desséchée que ses essais ont été couronnés de succès. Dès le début de la germination des basidiospores, des conidies en chapelet comme dans les *Oidium* ont fait leur apparition ; à ce mode de reproduction, succèdent bientôt des chlamydospores étoilées; enfin, dans un petit nombre de cas, 30 fois sur 100 seulement, il a pu obtenir des ébauches de fruit. Les plus grosses fructifications produites mesurent seulement 5 millimètres de pied et 8 à 9 millimètres de diamètre au chapeau. Ce sont là des résultats très intéressants, ayant une grande portée théorique, mais qui, au moins quant à ces dernières fructifications, ne représentent qu'un début.

Je suis arrivé à un résultat plus complet, j'ai pu obtenir en cultures pures des individus complètement adultes, c'est-à-dire présentant des feuillets pourvus de basides et de spores et se rapprochant par leur taille des plus grands individus observés dans la nature. La taille moyenne du *Nyctalis* est, d'après Quélet, pour le chapeau de 1 centimètre à 1^{cm},5 de diamètre ; les plus grands échantillons figurés par Bulliard ont 2 centimètres de

diamètre au chapeau et 6 à 8 centimètres de hauteur au pied. Or j'ai pu produire des individus mesurant 6 centimètres de haut et dont le chapeau atteignait 14 millimètres.

La stérilisation complète du substratum nutritif et du vase qui le contient assure au Champignon cultivé une place libre de tout concurrent, aussi *tous* les essais sont-ils couronnés de succès et les fructifications se développent toujours, leur taille seule est variable avec la nature du milieu.

La pureté de la culture permet une autre constatation intéressante, le Champignon peut s'y conserver pendant un temps très long. Je possède actuellement des cultures faites au mois d'août 1889 dans lesquelles s'observent des *Nyctalis* maintenus intacts depuis cette époque. Le caractère employé dans les flores : « champignon pourrissant » ne s'applique plus dans ces conditions, car les fructifications sont à l'abri des Bactéries de la fermentation putride.

Un dernier avantage de cette méthode tient à la facilité avec laquelle ces Champignons se reproduisent pendant toute l'année, quelle que soit la saison, de sorte que si l'espèce actuelle était comestible, on pourrait peut-être transformer le procédé que j'emploie en une technique industrielle.

Les vases de culture que j'utilise sont de deux sortes. Ce sont d'abord de simples tubes à essais fermés par un tampon d'ouate; ils peuvent être cylindriques ou étranglés à quelque distance de leur base d'après le modèle imaginé par M. Roux (1). Je me sers aussi de verres à boire sans pied, recouverts par un disque de verre; ils présentent l'avantage d'offrir plus de place pour le développement des Champignons qui ne rencontrent que tardivement la paroi du verre. Les fructifications, en effet, poussent du côté de la source lumineuse, elles sont fortement phototropiques, aussi s'inclinent-elles vers les fenêtres de manière à se heurter rapidement contre le verre dans les tubes à essais, ce qui amène des torsions et des déformations fréquentes.

Je vais maintenant passer en revue les changements d'aspect

(1) *Ann. de l'Instit. Pasteur*, t. II, p. 28.

que présente la culture sur les divers milieux que j'ai employés.

1° *Pomme de terre.* — Mes premiers essais ont été faits sur un milieu assez spécial constitué par la Pomme de terre plongeant dans du jus d'orange par sa partie inférieure. Les figures 1 et 2 (pl. 19) donnent les résultats obtenus à la fin des deux expériences ayant duré 21 jours dans le premier cas, 27 dans le second. On peut remarquer sur ces dessins des fructifications plus ou moins développées ; quelques-unes sont à l'état d'ébauche, la forme en est conique à pointe dirigée vers le haut. C'est le pied, dans ce cas, qui apparaît le premier, le chapeau se montre plus tardivement, le résultat inverse annoncé par M. Brefeld n'est donc pas général et tient peut-être au milieu de culture qu'il employait.

L'apparition des chlamydospores à la surface du chapeau se fait souvent très tôt, comme on peut s'en convaincre en examinant la figure 7 (pl. 19) L'individu qui y est représenté n'atteignait pas un demi-millimètre et cependant le chapeau est déjà couvert de chlamydospores. A cet état on ne serait guère tenté, en voyant cette fructification, de penser au *Nyctalis*, on serait plutôt porté à la comparer à un *Stysanus* ou à une forme agrégée analogue dont l'état conidial filamenteux s'observerait sur le tapis mycélien qui entoure le pied (*c*, fig. 7). Ce tapis mycélien s'étend sur certaines régions de la pomme de terre, il est blanc à la périphérie et couleur café au lait près des fructifications (*e*, fig. 1 et 2). Je ne suis pas arrivé jusqu'ici dans les différents milieux que j'ai employés à obtenir ce tapis à chlamydospores seul, je n'ai pas encore essayé les milieux liquides. Il me paraît vraisemblable qu'on pourra parvenir à obtenir cet état conidial seul ; il semble d'ailleurs que le milieu employé par M. Brefeld donnait presque ce résultat puisqu'il n'a pu obtenir des ébauches de fruits que 30 fois sur 100.

J'avais cru, au début de mes recherches, en tenant compte des difficultés rencontrées par M. Brefeld dans ses cultures sur le *Nyctalis*, que la Pomme de terre imbibée de jus d'orange était un milieu particulièrement favorable pour la croissance de cette espèce que le hasard m'avait fait trouver. Il n'en était rien heu-

reusement et j'ai pu sur les substances les plus variées renouveler mes semis et obtenir des fructifications de plus en plus complètes.

Sur la Pomme de terre imbibée simplement d'eau, les cultures présentent quelques caractères particuliers : le tapis mycélien est peu apparent, les fructifications conservent une petite taille (1); le pied est blanc et comme couvert d'un tomentum épais, sa forme est d'ailleurs conique, amincie vers le bas, élargie vers le haut.

2° *Carotte.* — Les tranches de Carotte montrent un faciès assez semblable : petite taille (2), pied conique élargi en haut ; le pied cependant est beaucoup moins tomenteux et grisâtre. L'aspect de la fructification est celle d'un clou à tête assez large et à pointe courte. Une sorte de voile blanc s'étend du haut du pied jusqu'au bord supérieur du chapeau, de sorte que ce dernier vu par dessus présente un cercle blanc autour d'un disque central couleur fourrure de cerf (3).

3° *Navet.* — Sur les Navets, l'aspect est tout à fait différent et, si l'origine des cultures n'était pas connue, on pourrait être tenté de penser qu'il s'agit d'une autre espèce. Le pied est lisse sans tomentum sauf à la base, gris violacé ou gris de fer, cylindrique ou quelquefois conique, mais alors rétréci en haut, le tapis mycélien est beaucoup plus apparent et plus étendu que sur le milieu précédent ; enfin les fructifications atteignent une plus haute taille (4).

On observe assez fréquemment la coalescence d'individus nés au même point du substratum : le pied est beaucoup plus gros et cannelé, le chapeau est irrégulier et festonné. Cette remarque

(1) Chapeau 7 mill. de diamètre; pied 15 mill. de long, 4 mill. de diamètre en haut et 15 mill. à la base (18 jours de culture).

(2) Chapeau 5 à 6 mill. de diamètre ; pied 5-10 mill. de haut, 3 mill. de diamètre à la base, 1 mill. en haut (18 jours de culture).

(3) A côté de ces cultures normales, j'ai observé dans un tube une production monstrueuse. Elle consistait en une masse allongée, irrégulière, bosselée, mamelonnée, blanche (de 3 cent. de long, 5 à 8 mill. de large, 5 à 8 mill. de haut) ; sur laquelle se dressaient quelques fructifications peu développées. Cette masse résultait évidemment de la soudure d'un grand nombre de fruits ayant avorté.

(4) Chapeau 8 mill. de diam.; pied 15 à 20 mill. de haut, 2 mill. d'épaisseur culture en tube de 14 jours). Chap. 12 mill.; pied 3 cent. (11 jours dans un verre).

peut avoir une application. Le *Nyctalis nauseosa* ne se distingue guère du *N. lycoperdoides* que par le pied cannelé et une taille plus grande, et le dessin original de cette espèce dû à Borszczow (1) que j'ai pu examiner ne laisse aucun doute sur la nature des gros échantillons ; ils résultent évidemment de la soudure de plusieurs individus. Les échantillons plus petits et non soudés entre eux n'ont pas le pied cannelé (2).

4° *Feuilles de Chêne ou de Hêtre.* — J'ai cherché également si le *Nyctalis* pouvait pousser sur un milieu analogue à celui qui compose le sol de toutes les forêts. Je suis parvenu à obtenir des fructifications sur des feuilles des arbres les plus vulgaires. C'est sur les feuilles de Chêne que j'ai observé les individus les plus développés, ils n'atteignent cependant jusqu'ici qu'une faible taille (3), mais le chapeau est bien caractérisé et couvert de chlamydospores. Les cultures sur les feuilles de Hêtre n'ont donné que des ébauches très petites. Ce résultat offre un certain intérêt, car il démontre que ces Champignons considérés jusqu'ici comme parasites nécessaires peuvent très bien apparaître sur des feuilles. On sait que l'on divise le genre *Nyctalis* en deux groupes : les *Parasites* et les *Speleæ*, il semble d'après l'observation précédente que cette division manque de fondement. Je suis donc porté à croire que certaines espèces de ce dernier groupe doivent disparaître, par exemple le *Nyctalis caliginosa* n'est vraisemblablement qu'une forme du *N. parasitica.*

5° *Culture sur d'autres Champignons.* — Une dernière question se pose. Peut-on cultiver le *Nyctalis* sur des fragments stérilisés de quelques Champignons ? Il y a lieu d'espérer lui fournir ainsi des aliments plus appropriés à son développement et par cela même obtenir des individus plus parfaits.

Les échantillons qui ont pris naissance sur le Champignon de

(1) Borszczow : *Fungi ingrici novi*, p. 10, pl. VI.

(2) Quant à la couleur ochracée des spores, elle est indiquée par Borszczow comme argillacée, couleur noisette. L'odeur peut provenir du substratum.

(3) Chapeau 4 mill. de diamètre ; pied 6 mill. de hauteur (culture de 19 jours). Ces individus petits n'ont été obtenus qu'après une première série de culture ; dans les cultures suivantes, la taille deviendra probablement plus élevée par suite d'adaptation à ce milieu.

couche ont atteint une très grande taille, jusqu'à 6 centimètres de hauteur au bout de dix-huit jours; ils se présentent suivant les cas sous deux aspects différents. Dans certains tubes il s'est produit des chapeaux très différenciés et couverts de chlamydospores colorées; le pied est conique, très épais en haut (5 cent.), blanc (1); les lames n'existent pas.

A l'intérieur d'autres tubes, sur le même substratum, on remarque des formes tout à fait différentes; elles n'ont pas l'aspect d'un Agaric mais plutôt d'une Clavaire du groupe du *Cl. pistillaris*, ce sont de grandes massues blanches; les chlamydospores ne sont donc pas visibles et le chapeau est à peine différencié bien que ces individus aient une très grande taille (2). Ces formes singulières se rattachent probablement à celles qui avaient été observées par Schaeffer et Paulet et décrites par le premier sous le nom d'*Elvella clavus*. Cette observation laisse entrevoir la possibilité de la production de types dans lesquels l'apparition des chlamydospores serait indéfiniment retardée.

J'ai enfin réussi à produire sur des fragments stérilisés de *Russula nigricans* les grands individus représentés par les figures 3 et 4 (pl. 19) qui possédaient des feuillets, des basides et des spores (fig. 6). Dans ce cas le nombre des fructifications d'un tube est peu élevé et une prend un développement prédominant, rarement deux. Le pied est gris, légèrement violacé, argenté, brillant, lisse; les feuillets sont quelquefois très décurrents; les chlamydospores apparaissent tardivement sur le chapeau, la figure 5 représente une jeune fructification déjà assez grande dont le chapeau est encore blanc et lisse. Il s'établit donc peut-être une compensation entre le développement des chlamydospores et celui des basidiospores; on parviendra probablement un jour ou l'autre à engendrer des formes à hymenium bien développé et dépourvues de chlamydospores et il paraît très probable que le *N. microphylla* observé par Borda sur le *Russula nigricans* n'est autre que l'espèce dont nous nous occupons ac-

(1) Chapeau 12 mill. de diamètre ; pied 7 mill. de diamètre en haut et 2 mill. en bas.
(2) Hauteur de cette massue 3 centim.; partie renflée correspondant à la tête, 10 mill. de haut sur 8 mill. de large; largeur du pied en haut 6 mill., en bas 2 millimètres.

tuellement et qui offre la structure précédente (chapeau lisse et blanc, probablement sans chlamydospores) par suite d'un grand développement des feuillets, de l'hyménium et des spores.

L'exposé que l'on vient de lire démontre donc que le *Nyctalis* est une plante des plus facilement cultivables (1). Comment se fait-il que M. Brefeld, dont la compétence est si grande dans toutes les questions de culture des Champignons, soit arrivé à un résultat différent? Il a échoué dans la culture des chlamydospores, c'est là un des points les plus inexplicables de son mémoire. Aussi bien en liqueur nutritive (à formule inconnue) que dans l'eau, les chlamydospores restent d'après lui à l'état de repos; elles ne germent pas non plus dans le milieu où il a pu assister à leur formation (décoction de Russules). Il avait d'abord conclu de ces échecs que ces spores exigent une période de repos avant d'arriver à l'état de maturité.

Une ancienne expérience de Krombholtz (2) paraissait cependant contredire cette opinion ; elle n'avait pas, il est vrai, été réalisée dans des conditions favorables pour la rendre probante. Ayant déposé des spores étoilées d'un *Nyctalis* sur un *Russula nigrescens* vivant, il avait vu au bout de vingt et un jours une ébauche de fructification de *Nyctalis* à l'endroit où le semis avait été fait. Cette tentative, très remarquable pour l'époque, prêtait à de nombreuses critiques ; rien ne prouvait en effet que c'étaient les spores déposées sur le chapeau qui avaient produit la fructification, car la Russule n'était pas maintenue à l'abri des germes extérieurs.

Cette expérience fut méconnue ou oubliée et, en fait, personne n'en tint compte, pas plus Tulasne pour l'attaquer que de Bary pour s'en servir.

M. Brefeld guidé par ses premières observations voulut savoir quelle valeur il fallait attribuer à la remarque de Krombholz ; il constata avec surprise que les chlamydospores étoilées germent

(1) J'ai pu cultiver encore cette plante sur crottin, sur *Russula lepida*, etc.
(2) Krombholtz : *Essbare Schwämme*, heft, 1, p. 5.

sur la chair d'une Russule vivante au bout de deux jours et produisent des ébauches de fruit au bout de douze. « Je ne connais pas, disait-il, dans ma longue expérience de la culture des spores, un exemple où l'influence du milieu se manifeste avec une telle évidence. Les spores à membrane épaisse, si manifestement organisées pour l'enkystement, qui ne germent dans aucun milieu où les autres champignons croissent avec exubérance, germent directement sur la chair des Russules sans période de repos. »

On voit donc que M. Brefeld était arrivé à cette conclusion que le parasitisme, qui intervient déjà pour rendre difficile la culture des basidiospores, se manifeste surtout par l'impossibilité pour les chlamydospores de germer sur tout autre milieu qu'une Russule vivante.

J'ai trouvé, au contraire, que les spores étoilées germaient sur les milieux inertes les plus divers. Au bout de vingt-quatre heures à la température de 24°, dans une étuve, les germinations se produisent en grand nombre ; sur les filaments ainsi formés, n'apparaissent que des chlamydospores nouvelles. Je n'ai pas observé, dans les milieux sur lesquels j'ai opéré, la formation de spores oïdiales qui ont été signalées par Brefeld en partant des basidiospores. Cette dernière observation pouvait être prévue d'ailleurs, car le stade oïdial est extrêmement transitoire, d'après Brefeld, et il n'en constate plus dès que les chlamydospores ont fait leur apparition.

Ces chlamydospores ne paraissent pas garder indéfiniment leur pouvoir germinatif, car récemment les spores prises sur une fructification obtenue en août 1889, âgée de plus de deux ans, n'ont pas germé.

En résumé je suis arrivé à deux résultats :

1° J'ai fait germer les chlamydospores sur des milieux artificiels variés, à toutes les époques de l'année.

2° J'ai obtenu des fruits adultes présentant des chlamydospores et des basides.

La démonstration de M. Brefeld se trouve donc confirmée et complétée. En partant des basidiospores il a obtenu des chlamy-

dospores, en partant des chlamydospores j'ai obtenu des basides.

MARASMIUS OLEÆ.

Trois *Marasmius* ont été l'objet des recherches de M. Brefeld, *M. epiphyllus*, *languidus* et *oreades ;* avec les deux premiers, il a obtenu un mycelium qui se rassemblait en faisceau et qui donnait plus tard des ébauches de fructification ; avec le troisième, il n'a pu avoir qu'un mycélium.

Ayant reçu de Toulon (1) un abondant envoi de *Marasmius Oleæ*, j'ai essayé la culture de cette espèce. Pour recueillir les basidiospores j'ai employé la méthode suivante. J'ai placé des feuilles d'Olivier couvertes de petits Marasmius sur une coupelle de terre placée dans une assiette, le tout recouvert d'une cloche ; au bout de peu de temps ces chapeaux se sont étalés et leur vitalité s'est de nouveau manifestée, j'ai placé alors sous ces petits chapeaux des verres de montre stérilisés contenant de l'eau dépourvue de germes. Au bout de quelques heures, les basidiospores formaient à la surface de l'eau une petite auréole circulaire au-dessous de chaque chapeau. Ces basidiospores pouvaient alors être recueillies en grande abondance à l'extrémité d'un fil de platine préalablement rougi et portées dans un tube à essai contenant des feuilles d'olivier stérilisées. Cet ensemencement n'assurait pas évidemment une pureté absolue dans la culture ; pendant les quelques heures nécessaires pour la projection des basidiospores à la surface de l'eau préalablement privée de germes, il pouvait s'y déposer des bactéries ou des spores de Champignons. Aussi tous les premiers tubes de culture ne furent pas purs ; dans un assez grand nombre cependant, au bout d'environ un mois (je n'ai pas relevé bien exactement cette date), j'ai obtenu d'abord un mycélium blanc et sur quelques feuilles d'Olivier de petits mamelons qui étaient des ébauches de fructifications. Encouragé par ce premier résultat, je transportai ce mycélium avec toutes les précautions nécessaires, dans un autre

(1) Je dois remercier ici M. Angiboust, membre de la Société mycologique, de l'envoi qu'il a bien voulu me faire.

tube stérilisé contenant les mêmes feuilles. Le mycélium se développa dans cette deuxième culture avec beaucoup plus d'abondance aussi bien sur les feuilles tombées que sur les feuilles intactes attachées encore à des rameaux et vertes encore avant la stérilisation. — Bientôt des ébauches de fructifications se montrèrent, elles se développèrent dans ces seconds tubes comme dans les premiers et elles donnèrent bientôt de longs pieds et des chapeaux analogues à ceux qui se développent spontanément dans la nature.

J'étais donc arrivé à reproduire ainsi complètement une espèce ; de plus, même sans chercher à recueillir des basidiospores nouvelles, que je n'aurais pu avoir sans sortir les feuilles des tubes, j'assurais la perpétuité de ma culture : il me suffisait de transporter le mycélium dans un nouveau tube stérilisé. J'obtenais ainsi, ce que je n'aurais pu réaliser par la méthode exposée au début pour recueillir les basidiospores, la pureté de toutes mes cultures ultérieures. L'espèce était donc isolée et le milieu de culture permettait de produire à coup sûr en toutes saisons la fructification.

Dans les deux exemples de cultures expérimentales que je viens d'exposer, je suis donc parvenu à deux résultats :

1° Assurer la perpétuité de la culture ;

2° Assurer la purification du milieu de façon que dans aucun cas on ne craigne l'invasion d'espèces étrangères.

Le point de départ des cultures a été différent dans les deux espèces : pour le *Nyctalis*, je me suis servi de chlamydospores dans tous les ensemencements successifs ; pour le *Marasmius*, je suis parti des basidiospores et la perpétuité des cultures a été obtenue par le mycélium.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 19.

Nyctalis, fig. 1 à 7.

Fig. 1. — Culture jeune sur pomme de terre imbibée de jus d'orange âgée de vingt et un jours : *a*, pomme de terre; *b*, pied d'un jeune *Nyctalis*; *c*, chapeau; *d*, ébauches de jeunes fructifications; *e*, tapis mycélien à chlamydospores.

Fig. 2. — Même culture plus âgée : vingt-sept jours. Mêmes lettres.

Fig. 3. — Culture en tube de verre stérilisé fermé par un tampon d'ouate du *Nyctalis* développé sur des fragments de *Russula nigricans*; *a*, *Nyctalis*; *b*, Russule constituant le milieu de culture; *c*, ébauche de fructification; *d*, tapis mycélien à chlamydospores.

Fig. 4. — *Nyctalis* développé dans une culture analogue à la précédente sur Russule et présentant des lamelles *a*.

Fig. 5. — Jeune culture de *Nyctalis* sur Russule ; le chapeau déjà bien développé est encore blanc.

Fig. 6. — Basides de l'hymenium observées sur les lamelles de l'individu représenté fig. 5; *b*, baside ; *s*, spore.

Fig. 7. — Section d'un très jeune *Nyctalis* développé n'atteignant pas 1 millimètre de haut sur pomme de terre et présentant déjà des chlamydospores sur la tête ; *a*, pied; *b*, couche à chlamydospores ; *c*, tapis mycélien sur lequel se dresse le Nyctalis et présentant également des chlamydospores ; *d*, cellules de pomme de terre.

Marasmius Oleæ, fig. 8.

Fig. 8. — Feuille préalablement stérilisée d'Olivier sur laquelle plusieurs individus de *Marasmius Oleæ* ont poussé en tube stérilisé après semis des basidiospores; *a*, feuille d'Olivier ; *b*, pied du Marasme ; *c*, chapeau.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche 12.

Fig. 1. — Coupe transversale de la tige de *Sphagnum subsecundum*: *p q*, épiderme aquatique; *h*, hypoderme; *cl*, parenchyme chlorophyllien médian uniforme.

Fig. 2. — Coupe transversale de la tige feuillée de *Mnium hornum*: *ep*, épiderme; *h*, hypoderme; *ec*, tissu cortical à chlorophylle; *m*, cordon médullaire central à petits éléments.

Fig. 3. — Coupe transversale de la tige de *Sphagnum cymbifolium*: *pq*, région épidermique formée de trois assises de grosses cellules dont les parois présentent des orifices permettant aux éléments de communiquer entre eux et avec le milieu extérieur; *h*, hypoderme; *cl*, parenchyme chlorophyllien uniforme occupant l'axe de la tige.

Fig. 4. — Coupe transversale de la tige de *Leucobryum glaucum*: *pq*, épiderme aquatique, *h*, hypoderme; *cl*, parenchyme chlorophyllien uniforme axial.

Fig. 5. — Portion d'une coupe transversale de la tige feuillée de *Polytrichum juniperinum* soumis à la vie aquatique: *ec*, parenchyme de l'écorce; *h*, hypoderme; *pq*, épiderme aquatique.

Fig. 6. — Coupe transversale de la tige aérienne feuillée de *Polytrichum juniperinum*: *ep*, épiderme avec cuticule; *h*, zone hypodermique; *ec*, parenchyme de l'écorce; *pe*, *pi*, zone péricyclique; *pe*, assise externe colorée par les réactifs; *pi*, assises internes; *m*, cordon médullaire central; *mc*, région périphérique formée de petits éléments à parois minces; *mi*, région centrale formée d'éléments plus gros à parois fortement lignifiées.

Fig. 7. — Coupe transversale de la tige de *Thuidium tamariscinum*: *ep*, épiderme; *h*, hypoderme; *cl*, parenchyme chlorophyllien uniforme axial.

Fig. 8. — Coupe transversale de la tige feuillée d'*Hypnum plumosum*: *m*, cordon médullaire axial à petits éléments; *ec*, parenchyme de l'écorce; *h*, hypoderme; *pq*, épiderme aquatique dont les cellules se déchirent pendant la saison sèche.

Planche 13.

Fig. 1. — Coupe transversale de la portion engainante de la feuille de *Polytrichum juniperinum*: *l*, portion du limbe extérieure à la nervure et formée d'une seule assise de cellules; *n*, nervure médiane constituée par le système suivant: *pi*, assise épidermique interne dépourvue de lames chlorophylliennes; *hi*, hypoderme interne formé d'éléments à parois subérifiées; *f*, faisceau foliaire constitué par des éléments conducteurs; *hx*, hypoderme externe subérifié; *px*, assise épidermique externe.

Fig. 2. — Coupe transversale de la région moyenne de la feuille de *Polytrichum juniperinum*: *n*, nervure médiane constituée par le système

suivant : *px*, épiderme externe avec cuticule ; *hx*, hypoderme externe formé d'éléments à parois subérifiées ; *f*, faisceau foliaire constitué par les éléments conducteurs ; *hi*, hypoderme interne subérifié ; *pi*, assise épidermique interne portant les lames chorophylliennes ; *l*, portion latérale du limbe constituée par la réunion de l'assise épidermique externe *px* et de l'épiderme interne *pi* ; *mg*, région marginale étroite formée d'une seule assise de cellules et dépourvue de lames chlorophylliennes ; *cl*, lames chlorophylliennes formées d'une seule épaisseur de cellules bourrées de grains de chlorophylle. Ces lames sont perpendiculaires au plan du limbe et longitudinales ; *ai*, *am*, *ax*, régions d'articulation permettant aux parties latérales de la feuille de se rapprocher du plan de symétrie, quand la feuille se ferme pendant le sommeil hygrométrique : *ai*, articulation interne située à la limite de l'hypoderme interne ; *am*, articulation moyenne située à la limite de l'hypoderme externe ; *ax*, articulation marginale située à la limite de l'épiderme interne.

Fig. 3. — Coupe transversale de la feuille de *Polytrichum juniperinum* passant par la base de l'acumen : *px*, épiderme externe ; *h*, hypodermes interne et externe non séparés par le faisceau conducteur *f* dont les éléments sont plus rares et plus dispersés ; *pi*, assise épidermique interne portant les lames chlorophylliennes *cl* ; *mg*, région marginale réduite à deux largeurs de cellules et disparaissant à mesure que l'on avance vers la pointe de l'acumen.

Fig. 4. — Coupe longitudinale de la feuille de *Polytrichum juniperinum*, voisine du plan de symétrie et parallèle à ce plan : *px*, assise épidermique externe à grandes cellules prismatiques ; *hx*, hypoderme externe composé d'éléments allongés à parois subérifiées ; *f*, grandes cellules en tibia représentant les éléments conducteurs du faisceau foliaire ; *hi*, hypoderme interne subérifié ; *pi*, assise épidermique interne à grandes cellules prismatiques ; *cl*, lame chlorophyllienne dont les éléments sont gorgés de grains de chlorophylle.

Fig. 5. — Coupe transversale d'une feuille de *Polytrichum juniperinum* développée dans l'eau après quatre mois de culture dans le liquide : *px*, épiderme externe ; *hx*, hypoderme externe ; *f*, faisceau ; *hi*, hypoderme interne ; *pi*, épiderme interne. Il ne s'est pas développé de lames chlorophylliennes à la face interne de la feuille.

REVUE DES TRAVAUX

RELATIFS AUX MÉTHODES DE TECHNIQUE

PUBLIÉS EN 1889, 1890 ET JUSQU'EN AVRIL 1891 *(Fin)*.

Beaucoup de personnes se mettent à l'étude des sciences naturelles et abordent le maniement du microscope en n'ayant sur cet instrument que des notions très sommaires. C'est évidemment une lacune, car si rien n'est plus facile que d'arriver à faire mouvoir un miroir pour éclairer son instrument et de tourner une vis pour mettre au point, il faut avoir des connaissances un peu plus précises pour savoir employer judicieusement les divers objectifs, les diaphragmes, le condensateur, etc. Que de fois n'avons-nous pas vu des novices penser que le grossissement est tout dans le microscope!

Tout livre qui contribuera à populariser la connaissance théorique du microscope ne pourra donc être que très utile au point de vue pratique en apprenant de suite ce qu'une expérience prolongée aurait seule fait connaître à la suite de longs essais infructueux et d'une grande perte de temps.

M. Giltay (1), en quelques pages, fait connaître d'une façon précise les divers éléments qui entrent dans un microscope, et le rôle de ces éléments dans la technique de cet instrument. Ce qu'il y a de mieux, c'est que l'auteur ne commence pas par des vues purement spéculatives, des calculs compliqués qui pourraient rebuter.

M. Giltay fait examiner successivement sept objets au microscope, et peu à peu donne, à propos de ces objets, des notions de plus en plus complexes.

C'est ainsi que nous apprenons successivement ce que sont le *champ visuel* et la *profondeur du champ*, une *coupe optique*. Nous apprenons à nous servir d'un *micromètre objectif*, puis d'un *micromètre oculaire* pour mesurer les dimensions des objets microscopiques que nous avons sous les yeux.

Allant plus avant, nous arrivons à savoir ce que c'est que l'*angle d'ouverture* ou l'*ouverture numérique* d'un microscope, et quelle est l'importance de cet élément dont on ne parle généralement pas dans les théories élémentaires du microscope, quelle relation existe entre l'angle d'ouverture et le grossissement, et comment se trouve atteint le *pouvoir résolvant* du microscope, enfin quel est le rôle spécial des *objectifs à immersion*.

Les sept objets successivement étudiés par l'auteur sont : 1° des traits parallèles tracés sur un porte-objet ; 2° un cylindre de verre enfumé ; 3° de la fécule ; 4° une bulle d'air ; 5° du lait ; 6° du collenchyme ; 7° une plaque à diffraction de Abbe.

(1) Giltay : *Sept objets regardés au microscope* (67 pages et 6 planches, J. Brill, à Leyde, 1890).

A propos de ce dernier objet l'auteur explique avec beaucoup de clarté comment il peut se faire qu'une image microscopique ne corresponde nullement à la structure véritable de l'objet, et quelles conditions doivent être remplies pour qu'une structure, d'une part soit bien reproduite dans son image, d'autre part pour que les détails en soient discernables à l'œil.

La lecture de cette publication de M. Giltay est à conseiller à tous les débutants, et de plus forts la liront sans doute encore avec profit.

Une idée dont nous devons également féliciter l'auteur est d'avoir écrit sa brochure en deux langues, en hollandais et en français; les services qu'elle est appelée à rendre seront de la sorte beaucoup plus grands.

Il ne manque assurément pas de traités ou de manuels de technique botanique. Mais les méthodes techniques se multiplient, se perfectionnent tellement chaque jour qu'un livre de plus, au courant de la science, ne peut manquer d'être bien accueilli.

Le traité de M. Herail et Bonnet (1) contient une première partie où il est traité d'abord du microscope, puis de la cellule, des tissus, des organes. C'est donc déjà un traité de Botanique générale étudiée surtout au point de vue pratique et manipulatoire. La seconde partie est plus spéciale. Elle donne l'histologie des principales plantes médicinales; elle s'adresse donc à un nombre de lecteurs plus restreint; cependant les planches seront toujours utiles à consulter pour tous les botanistes.

Le texte se fait remarquer par sa clarté en même temps que sa concision. Les figures dans le texte et les planches sont fort bien exécutées.

L'étude des Basidiomycètes est d'un abord très difficile à cause du grand nombre des espèces et du petit nombre de livres permettant les déterminations. Dans la *Nouvelle Flore des Champignons*, MM. Costantin et Dufour se sont efforcés d'aplanir des difficultés qui peuvent arrêter des débutants, en s'attachant à n'employer pour les déterminations que les caractères les plus faciles à apprécier, et en supprimant tous les mots techniques inutiles.

La plupart des espèces sont représentées réduites sur soixante planches. La couleur des Champignons est indiquée par des symboles reproduits sur une planche à la fin du volume à côté de la teinte correspondante; quarante teintes sont données, et avec un peu d'habitude on arrive à lire facilement sur les planches la couleur indiquée.

On a joint aux tableaux de déterminations quelques conseils sur la récolte et la conservation des Champignons, et la conduite à tenir en cas d'empoisonnements. Un vocabulaire donne la signification des termes spéciaux relatifs aux Basidiomycètes et dont il est impossible de se passer.

Un court appendice est réservé aux espèces les plus communes d'Ascomycètes.

Tous les botanistes qui s'occupent de champignons connaissent l'immense

(1) Hérail et Bonnet : *Manipulations de Botanique médicale et pharmaceutique* (300 pages et 200 figures dans le texte, et 36 planches en couleurs. — Paris, 1891).

ouvrage que M. Saccardo a consacré à ces végétaux. Le savant professeur a eu l'occasion de faire la remarque que les dénominations employées pour les couleurs peuvent très bien ne pas éveiller la même idée chez tout le monde, et que surtout les divers descripteurs peuvent parfois employer le même mot pour des couleurs différentes ou des mots différents pour une même couleur.

Pour éviter cet inconvénient, M. Saccardo vient de publier une brochure (1) dans laquelle il met en regard du mot latin la teinte correspondante. Il est certain qu'on emploiera avec plus de précision des mots tels que « luteus, flavus, citrinus, sulfureus », ou bien « latericius, testaceus », ou bien « cyaneus, cæruleus, cæsius », quand on sera tombé d'accord sur la teinte précise que l'on veut désigner par ces mots.

Le nombre des teintes que donne M. Saccardo est de cinquante. On ne peut se flatter assurément de reproduire toutes les teintes qui peuvent se présenter dans la nature ; mais ce nombre est cependant suffisant dans la pratique.

Quant aux noms correspondant aux diverses nuances, M. Saccardo les donne en plusieurs langues, en latin, en italien, en français, en anglais, en allemand. Cette correspondance permettra aux botanistes des divers pays écrivant dans leurs langues respectives de donner des indications précises susceptibles d'être interprétées avec fidélité par les travailleurs des autres pays. Il est donc tout à fait à désirer que la nomenclature de M. Saccardo soit adoptée par tous les savants qui s'occupent de travaux sur les Champignons.

D'ailleurs, quoique faite à propos des Champignons, cette nomenclature peut évidemment s'adapter à une foule d'autres objets en histoire naturelle.

Une note de M. Saccardo, inspirée par la même idée de décrire avec précision et uniformité, traite des mots ou symboles à employer dans les descriptions cryptogamiques (2).

L'auteur demande que l'on distingue avec soin la phrase spécifique ou diagnose servant à définir une espèce, des renseignements complémentaires que l'on ajoute ensuite. Il désire que les indications qui suivent le nom d'une espèce soient toujours telles que l'on sache de suite qui a créé l'espèce, et qui l'a rapportée à son véritable genre. Cette dernière donnée est particulièrement importante pour les Champignons, où des noms tels que : *Agaricus, Sphæria, Peziza* ont été employés avant la division en genres tels qu'on les entend aujourd'hui. L'auteur termine en indiquant comment on devrait s'y prendre pour donner d'une façon uniforme les dimensions de divers organes, taille des spores, etc., et en exprimant la pensée qu'il serait préférable de modifier un peu certains noms très usités pour avoir plus d'uniformité dans la nomenclature des groupes.

(1) Saccardo : *Chromotaxia seu nomenclator colorum polyglottus additis speciminibus coloratis.* Padoue, 1891.

(2) Saccardo : *Sur les règles à suivre dans la description des espèces végétales et surtout des Cryptogames.* (Bulletin de la Société mycologique de France, 1891.)

L. Dufour.

REVUE DES TRAVAUX

DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS D'AVRIL 1890 A JUIN 1891 (*Suite*).

Parmi les sels de chaux organiques qu'on peut trouver dans la plante, le plus important et le plus abondant est l'oxalate de chaux. M. Schimper, qui a déjà fait dans des travaux précédents une étude détaillée de ce corps, rappelle les résultats obtenus et ajoute quelques données nouvelles.

Il y aurait lieu, d'après M. Schimper, de distinguer trois sortes d'oxalate de chaux : l'*oxalate de chaux primaire*, dont la formation aurait lieu dans la toute jeune plante ou dans la feuille en voie de croissance, indépendamment de la lumière, de la chlorophylle et de la transpiration; l'*oxalate de chaux secondaire* qui serait produit dans la feuille développée, mais seulement à la lumière et dans les cellules transpiratrices renfermant de la chlorophylle; enfin, l'*oxalate de chaux tertiaire* qui naîtrait exclusivement dans les feuilles jaunissantes, par destruction de l'oxalate de potasse et des sels de chaux. L'oxalate secondaire manque souvent dans les feuilles où apparaît l'oxalate primaire.

Cet oxalate secondaire est, la plupart du temps, réparti d'une façon irrégulière, mais quelquefois aussi, il est localisé dans des cellules à cristaux ou à raphides. Les cellules à raphides ne renferment cependant pas de chlorophylle, or la production de l'oxalate est liée à la présence de cette substance; M. Schimper admet, par suite, que l'oxalate de chaux chemine de cellule en cellule. Et si des cellules du mésophylle sont, les unes avec cristaux et les autres sans cristaux, il n'en faut pourtant pas conclure que l'oxalate se forme seulement dans certaines d'entre elles; cette localisation serait simplement le résultat du processus de cristallisation, un cristal devenant, dans une cellule, le centre d'attraction de l'oxalate des cellules voisines.

Chez les plantes herbacées, la formation de l'oxalate primaire et de l'oxalate secondaire dans la tige et dans la racine est analogue à celle qui a lieu dans la feuille. Cette formation, dans l'écorce, est liée à l'activité du cambium et non à celle des tubes criblés.

Quelques plantes ne renferment pas d'oxalate de chaux. Deux hypothèses se présentent alors : ou bien la production d'oxalate est une propriété de certaines plantes, ou bien, dans les plantes dépourvues de cette substance, un processus analogue donne un autre sel. Cette dernière hypothèse est la vraie, d'après M. Schimper : l'acide oxalique est remplacé par un autre acide organique, qui présente de même des formations primaire,

secondaire ou tertiaire. On trouve ainsi tantôt du tartrate de chaux (feuilles de *Vitis vinifera*, *d'Ampelopsis*), tantôt du carbonate de chaux, tantôt encore d'autres sels.

Nous avons vu que la chaux manque dans les méristèmes et dans un grand nombre de tissus, et qu'elle est peu abondante dans beaucoup de cellules du mésophylle. Le manque assez fréquent de cette substance semble indiquer qu'elle est inutile pour l'assimilation, ainsi que pour la synthèse des hydrates de carbone et des albuminoïdes et, par suite, pour la formation du protoplasme. Il en est tout autrement pour la potasse et la magnésie, toujours abondantes dans le mésophylle. La différence qui existe, sous ce rapport, entre la chaux et la potasse est, d'ailleurs, encore indiquée par ce fait que, tandis que, dès le début de la germination des graines ou de la pousse des rhizomes, la potasse chemine dans les tissus sous forme de phosphate de potasse, la migration de la chaux ne commence que bien plus tard (1). De même si on élève des plantes dans des solutions privées de potasse ou de magnésie, le développement est très faible, et le bourgeon terminal ne tarde pas à mourir; la plante peut se développer, au contraire, pendant un certain temps, et d'une façon presque normale, dans une solution privée de chaux.

Il arrive cependant un moment où, dans ce dernier cas, elle périt également. Mais le dépérissement n'est pas dû à un arrêt dans l'assimilation ou dans la formation du protoplasme, il est le résultat d'une sorte d'empoisonnement. A l'état normal, en effet, l'acide oxalique formé aux dépens des amides et du glycose pendant la production de la nucléine s'unit à la chaux en formant un oxalate de chaux inoffensif, mais lorsque la chaux vient à manquer, l'acide oxalique s'unit à la potasse, et l'oxalate de potasse qui en résulte est un sel acide très vénéneux. M. Schimper a constaté directement l'influence nuisible de ce sel sur la plante; quelques espèces seulement, par exception, le supportent. L'oxalate de potasse est cependant, dans les cellules vertes, le premier produit accessoire de l'assimilation des substances minérales, mais, aussitôt formé, il donne avec le sel de chaux, l'azotate par exemple, fourni à la plante, un oxalate de chaux et un azotate de potasse. Cette dernière décomposition ne pouvant avoir lieu quand la plante est privée de chaux, c'est alors que l'oxalate de potasse s'accumule dans les tissus. La chaux n'est donc en somme que le véhicule apportant à la cellule l'acide minéral auquel se combinera la potasse; il ne sert pas, comme cette dernière substance et comme la magnésie, à l'assimilation des acides minéraux.

En terminant, M. Schimper insiste sur le rôle du mésophylle dans la transformation des substances inorganiques. Les cellules vertes de ce

(1) Nous ne faisons que citer, sur le même sujet, le travail de M. ALBERTO ALBERTI : *L'ossalato di calcio nelle foglie* (Bolletino della societa italiana dei microscopisti. Année I, vol. I). L'auteur arrive en somme sur les points qu'il a étudiés, aux mêmes résultats que M. Schimper.

A signaler encore les mémoires de M. ACQUA : *Contribuzione allo studio dei cristalli di ossalato di calcio nelle piante* (Annuario d. R. Instituto Bot. di Roma, III, 109). — *Nuova contribuzione*, etc. (Malpighia III). — *Alcune osservazioni su luogo d'origine dell' ossalato di calcio* (Malpighia III).

mésophylle doivent être considérées comme le laboratoire où sont élaborées la plupart des matières brutes nécessaires à la nutrition de la plante. M. Frank admet que le siège de la formation des nitrates est cependant plutôt dans la tige et dans les racines; M. Schimper combat cette opinion. L'acide phosphorique est bien, il est vrai, assimilé même en dehors du mésophylle, mais on ne peut tirer de ce fait aucune conclusion analogue en ce qui concerne les acides nitrique et sulfurique. Dans la formation de la substance organique, l'acide phosphorique est, en effet, employé tel quel; les deux autres acides, au contraire, doivent être préalablement réduits, comme l'acide phosphorique. Il est vraisemblable que cette réduction est liée à l'activité des grains de chlorophylle.

M. Schimper admet que l'oxalate de chaux voyage à travers les tissus avec la même facilité que les hydrates de carbone. Cette manière de voir, qui est également celle d'Aë, est loin d'être partagée par tous les auteurs. M. Monteverde (1) oppose à M. Schimper l'expérience suivante : on fait pénétrer le sommet d'une jeune plantule de Pois dans une caisse noire et on l'y laisse jusqu'à ce qu'elle se soit assez allongée pour sortir de la caisse au côté opposé. Les parties éclairées sont alors très riches en oxalate de chaux tandis que les entre-nœuds et les feuilles poussés à l'obscurité ne contiennent presque pas de cristaux. L'oxalate n'émigre donc pas des parties éclairéee vers les parties obscures.

M. Schimper admet encore que la quantité d'oxalate contenue dans certaines feuilles diminue beaucoup pendant l'été. M. Monteverde est, sur ce point, de l'avis de M. Wehmer que nous avons rappelé dans la revue précédente et qui est contraire à l'opinion de MM. Schimper et Aë. Si on enlève sur des rameaux de *Symphoricarpus racemosa* et d'*Alnus glutinosa* la moitié des feuilles adultes et si on laisse l'autre moitié deux mois encore sur la plante on constate, en effet, qu'au bout de ce temps, la dernière moitié renferme plus d'oxalate que l'autre. Le nombre des cristaux a donc augmenté et non diminué.

M. Monteverde étudie ensuite l'influence de la lumière sur la formation de l'oxalate de chaux. Dans tous les cas, l'oxalate est moins abondant à l'obscurité qu'à la lumière. Chez les plantes étiolées, la quantité de cristaux diminue rapidement de la base au sommet. L'absence de lumière n'agit pas d'ailleurs sur la formation de l'oxalate parce qu'elle retarde l'accroissement des feuilles, car si on expose les plantes à une lumière faible, mais suffisante pour que les feuilles atteignent des dimensions à peu près normales, le nombre des cristaux reste encore très petit.

La production d'oxalate de chaux exige donc une lumière d'une certaine intensité. Mais cette lumière agit-elle par elle-même ou par l'intermédiaire de l'assimilation? Pour le savoir, M. Monteverde expose des plantes à la lumière, dans un air dépourvu d'acide carbonique. Il constate qu'il se forme alors moins de cristaux qu'en présence d'acide carbonique, mais plus qu'à

(1) Monteverde : *L'oxalate de chaux et l'oxalate de magnésie dans la plante* (en russe) (Saint-Pétersbourg) (Analysé dans Bot. Cent. XLIII).

l'obscurité. La formation de l'oxalate dépendrait donc directement de la lumière, mais, en même temps, l'assimilation ne serait pas sans influence. Exception doit être faite toutefois pour le *Pelargonium zonale*, qui, comme l'avait déjà remarqué M. Schimper, produit autant d'oxalate dans les feuilles soustraites à l'assimilation que dans les feuilles pouvant décomposer l'acide carbonique. M. Monteverde pense que cette exception est due à ce que, chez le *Pelargonium*, les entre-nœuds sont gros et courts : les hydrates de carbone chemineraient, par suite, facilement et rapidement des feuilles pouvant assimiler à celles qui sont privées d'acide carbonique.

La quantité de chaux que renferme le substratum sur lequel vit la plante influe sur la production de l'oxalate, mais seulement jusqu'à une certaine limite. L'explication du fait est assez facile : la plante forme une quantité déterminée d'acide oxalique ; la proportion de chaux allant en augmentant, le nombre des cristaux s'accroît également, mais seulement tant que l'acide produit n'est pas neutralisé. A l'obscurité, cette limite est vite atteinte, car il se forme, dans ce cas, peu d'acide oxalique.

Comme M. Schimper, M. Monteverde distingue trois sortes d'oxalate de chaux, mais il reconnaît qu'il est, en réalité, très difficile de séparer l'oxalate primaire de l'oxalate secondaire, car, même dans les organes en formation, la lumière peut avoir souvent une influence sur le dépôt des cristaux. L'oxalate primaire se distingue, théoriquement, de l'oxalate secondaire en ce qu'il est un produit accessoire des modifications chimiques des albuminoïdes tandis que celui-ci, apparaissant à mesure que les nitrates se détruisent, est un produit accessoire de la synthèse des mêmes albuminoïdes.

Cette production de l'oxalate de chaux pendant la synthèse des albuminoïdes, à l'aide des amides et des hydrates de carbone, est assez généralement admise, et est aussi, par exemple, l'opinion de M. Palladine et de M. Kohl. Mais il est alors à supposer que toutes les plantes qui forment des matières protéiques comme les végétaux supérieurs doivent en même temps développer de l'acide oxalique. On peut, par suite, se demander pourquoi souvent les Champignons ne renferment pas d'oxalate de chaux. M. Kohl (1) donne comme raison que, la plupart du temps, ces organismes n'absorbent que des traces de sels calcaires. C'est l'absence seule de la base qui empêche alors la formation du sol, et la preuve que les Champignons renferment cependant de l'acide oxalique ou un oxalate soluble, c'est que, dans leur voisinage, les sels de chaux, quand il s'en trouve, donnent un précipité plus ou moins abondant.

L'intensité de la production d'acide oxalique par les Champignons est très variable ; parmi ceux qui en produisent le plus, on peut citer le *Saccharomyces Hansenii*, récemment découvert par M. Zopf, et qui est l'agent par excellence de la fermentation oxalique. Comme le ferment acétique le ferment oxalique est un ferment d'oxydation, et non de dédoublement.

(1) Kohl : *Ueber die physiologische Bedeutung des Kalkoxalats in den Pflanzen* (Bot. Cent. XLIV).

M. Kohl admet avec M. Schimper qu'il y a migration de l'oxalate de chaux ; le sel serait au préalable dissous par un dissolvant particulier, encore indéterminé. Peut-être est-ce l'acide oxalique, ainsi que le pense M. Wahrlich.

Déjà, l'année dernière, nous avons vu que M. Wehmer niait, au contraire, toute migration de l'oxalate. Le même auteur (1) vérifie de nouveau sur le *Symphoricarpus racemosa* les résultats qu'il avait précédemment obtenus sur le *Crataegus Oxyacantha*. Au printemps, pendant le premier accroissement, très lent, de la jeune pousse, on n'observe pas de production de cristaux ; ceux qui s'y trouvaient restent non transformés.

La sécrétion de l'oxalate ne commence qu'au moment où l'accroissement s'accélère, dans la région apicale d'abord, où elle est très intense, puis vers la base, où l'oxalate n'apparaît guère que le long des faisceaux.

Quand la pousse a atteint son allongement définitif, la plus grande partie de l'oxalate qui s'y trouvera à l'automne est déjà produite ; il n'y a plus dans la suite qu'un dépôt très faible.

En même temps qu'il se dépose dans les rameaux en voie de croissance, l'oxalate apparait dans les bourgeons qui se forment à cette époque pour donner, l'année suivante, les nouvelles pousses. Sa production s'arrête dans ces bourgeons en même temps que dans les rameaux. Il y a donc, pendant le développement d'une branche deux fois formation d'oxalate : 1° au moment où le bourgeon apparaît; 2° au moment où, l'année suivante, ce bourgeon, en se développant, donne une nouvelle pousse. Il est à remarquer que ces deux moments se correspondent dans les deux années : ils ont lieu l'un et l'autre vers la fin de mai. Pourquoi l'oxalate ne se forme-t-il qu'à cette époque? Il est assez difficile de l'expliquer ; peut-être est-ce à cause du manque d'acide oxalique ou de sels de chaux pendant les autres périodes. En tous cas, il n'y a pas, pour M. Wehmer, de cheminement de l'oxalate.

L'auteur n'admet pas davantage la dépendance que M. Schimper croit avoir établie entre la formation de l'oxalate et l'éclairement ; il n'a pas observé de différence dans la production de cristaux suivant l'intensité plus au moins forte de l'éclairement. A l'obscurité, l'oxalate précédemment formé ne subit aucune transformation.

Enfin M. Wehmer constate de nouveau que les nitrates manquent pendant la première période de croissance de la pousse, et qu'ils n'apparaissent que plus tard, à un moment qui coïncide avec les premiers dépôts d'oxalate de chaux. C'est le contraire, pour l'amidon qui, très abondant au début, devient très rare à la fin du développement.

Cette dernière remarque comparative de M. Wehmer nous amène à ana-

(1) C. Wehmer : *Die Oxalatabscheidung im Verlauf der Sprossentwickelung von Symphoricarpus racemosa* (Botanische Zeitung, 1891, 10-12). — Nous ne pouvons que signaler cette année un autre travail de M. Wehmer (*Entstehung und physiologische Bedeutung der Oxalsaure im Stoffwechsel einiger Pilze*) encore en cours de publication dans le *Botanische Zeitung*; nous en rendrons compte dans la revue suivante.

lyser le long travail de M. Fischer (1), qui a précisément pour but, en partie, de suivre les variations de la proportion d'amidon dans les plantes ligneuses aux différentes époques de l'année.

D'après les recherches de M. Fischer, cette proportion, durant le cours d'une année entière, passe deux fois par un maximum : une première fois au printemps, vers le mois d'avril, et une seconde fois en automne, au moment où les feuilles commencent à tomber. Il y a, d'autre part, deux minimum : l'un vers la fin de mai, et l'autre en hiver, pendant les mois de décembre, janvier et février. Pendant l'arrière-saison, de la fin d'octobre à la fin de novembre, il y a dissolution progressive de l'amidon qui s'est accumulé dans la plante pendant l'été, depuis la fin de mai jusqu'au moment de la chute des feuilles; une autre période de dissolution a lieu au printemps, vers le commencement de mai. La régénération se fait à deux reprises : 1° au printemps pendant le mois de mai; 2° en été.

Il faut établir une distinction entre les arbres à bois dur, d'une part, et les arbres à bois blanc et les Conifères, de l'autre. Chez les premiers, qui sont surtout amylifères, l'amidon ne disparaît jamais complètement, même en hiver; chez les seconds, au contraire, qui sont plutôt oléifères, l'amidon peut se transformer complètement, de façon qu'il n'en reste plus trace en hiver et au commencement du printemps. Ce dernier cas est, par exemple, celui qui se présente pour le Bouleau, le Tilleul et le Pin.

Si, au moment du minimum d'hiver, on soumet à une certaine chaleur des branches, des morceaux d'écorce ou même des coupes microscopiques d'arbres, on constate une formation d'amidon, d'autant plus rapide que la température est plus élevée. Cette formation a lieu évidemment aux dépens du glucose.

Le glucose, en effet, tout en n'étant pas aussi abondant qu'en été, se montre cependant encore en certaine quantité dans le bois pendant l'hiver. M. Fischer étudie, d'ailleurs, pour cette substance, comme pour l'amidon, les variations de sa proportion dans l'arbre suivant l'espèce et l'âge de celui-ci et suivant la saison.

D'une façon générale, le glucose est surtout localisé dans les vaisseaux du bois et manque, ou à peu près, dans les fibres. Parmi les arbres dont les vaisseaux sont, en été, particulièrement riches en sucre réducteur, on peut citer l'Aune, le Bouleau, le Noisetier, le Tremble, le Poirier, etc., et les Conifères, tels que le Pin, l'Épicea, le Mélèze, le Thuya. Par contre, le Chêne, l'Orme, le Marronnier, etc., ne présentent avec la liqueur de Fehling qu'une faible réaction; le Frêne et le Noyer n'en présentent aucune. De toutes les espèces étudiées par M. Fischer, la moitié environ rentre dans la catégorie de l'Aune et du Bouleau, l'autre moitié dans les catégories du Chêne et du Frêne.

Les arbrisseaux et les plantes herbacées diffèrent des arbres en ce qu'ils ne contiennent pas de glucose dans les vaisseaux de leurs tiges et de leurs racines, non plus que de leurs pétioles et des nervures foliaires. Ces pétioles

(1) Fischer : *Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1890, XXII).

et ces nervures sont d'ailleurs également dépourvus de sucre, même chez les arbres où cette substance abonde dans les autres parties.

Le contenu en glucose d'un organe ne varie pas sensiblement aux différentes heures de la journée; il varie, au contraire, beaucoup avec la saison. Les bois qui étaient pauvres en glucose pendant l'été le sont également en hiver; ceux qui étaient riches présentent une plus ou moins grande diminution.

Au printemps, pendant la floraison, la quantité de glucose diminue encore, mais elle augmente vers le commencement de mai, quand la réserve d'amidon est dissoute; il y a alors un maximum.

Pendant le cours de l'été, il y a peu de changement, et plutôt une diminution vers la fin.

La régénération de l'amidon aux dépens du glucose, que nous avons précédemment observée sous l'influence de la chaleur, se produit normalement dans les arbres vers la fin de janvier, à mesure que de jour en jour la température s'élève au-dessus du maximum (+ 5°) nécessaire pour cette régénération. La formation a lieu aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière, mais elle s'arrête en l'absence d'oxygène.

M. Fischer, dans la dernière partie de son travail, suit la migration des hydrates de carbone produits par la dissolution de l'amidon de réserve. Il constate qu'il n'y a, dans l'écorce, aucun cheminement de ces hydrates dissous; tous montent, au printemps, en suivant le courant transpiratoire, dans les vaisseaux et les trachéides; la moelle et le parenchyme ligneux n'ont jamais aucune part dans la conduction des matières de réserve sans azote. Quant aux hydrates de carbone produits dans la feuille, ils ne cheminent dans l'écorce qu'en descendant.

La migration de ces derniers a fait, du reste, l'objet d'un travail de M. Sapoznikoff (1).

L'auteur dose l'amidon dans les deux moitiés d'une même feuille : une de ces moitiés est détachée de la plante, l'autre, au contraire, reste adhérente. Si alors, après un certain temps d'expérience, on fait un nouveau dosage, on conçoit que la différence entre les deux quantités d'amidon trouvées dans les deux moitiés exprime la quantité des hydrates de carbone émigrés ou formés pendant l'expérience, pour la moitié restée sur la plante.

M. Sapoznikoff a ainsi observé que la diminution des hydrates de carbone est, pendant le même temps, cinq fois moins forte dans une feuille coupée que dans une feuille non détachée. Il y a donc migration de ces corps de la feuille dans la tige.

La rapidité de cette migration est, en outre, d'autant plus grande que le nombre des feuilles est moindre. Elle dépend également de l'emploi plus ou moins immédiat des hydrates de carbone et augmente par suite dans tous les cas où l'accroissement se trouve accéléré.

La forme sous laquelle cheminent ces hydrates de carbone est vraisem-

(1) Sapoznikoff : *Bildung und Wanderung der Kohlenhydrate in den Laubblättern* (Berichte der deut. bot. Gesellschaft. nov. 1890), et un mémoire en russe (Moscou, 1890).

blablement le glucose, et c'est seulement au fur et à mesure de la disparition de cette dernière substance que l'amidon se transforme dans la feuille. Il y a, en effet, relation directe entre la dissolution de l'amidon et l'accumulation plus ou moins grande de sucre; moins il y a de glucose et plus l'amidon est vite transformé. Lorsque la feuille a accumulé une certaine quantité de sucre, la transformation s'arrête; cela explique le fait, constaté par M. Sapoznikoff, que l'amidon se dissout bien plus rapidement dans les feuilles non détachées des rameaux que dans les feuilles coupées, d'où le glucose ne peut pas émigrer à mesure qu'il se produit.

En même temps que les hydrates de carbone se transforment et passent dans la tige, il s'en forme une nouvelle quantité sous l'influence de l'assimilation. Cette néoformation est d'autant plus grande que le ciel est plus clair.

A ce propos, l'auteur recherche si, comme le pensait Boussingault, l'assimilation chlorophyllenne cesse quand la feuille a atteint un maximum d'accumulation des hydrates de carbone. En réalité, ces hydrates se produisent, à temps égal, en plus grande quantité dans les feuilles dont le contenu en amidon a été amoindri par l'obscurité que dans celles qui sont restées à la lumière; l'accumulation de ces substances ralentit donc leur formation. Toutefois, lorsque, de ce ralentissement dans la formation des hydrates de carbone, l'auteur, confirmant l'hypothèse de Boussingault, conclut à un affaiblissement de l'assimilation, l'induction nous semble un peu rapide. La production des hydrates de carbone peut cesser lorsque ceux-ci ont atteint dans la feuille un certain degré de concentration; mais il ne s'en suit pas forcément de là que le carbone lui-même ne soit plus fixé. Il peut y avoir, en effet, dans ce cas, production plus ou moins immédiate d'autres substances. Et nous sommes d'autant plus en droit de hasarder cette hypothèse que M. Sapoznikoff lui-même, dans la dernière partie de son travail, vient la confirmer. Il fait remarquer, en effet, que contrairement à ce qu'on admet généralement, tout le carbone de l'acide carbonique décomposé ne passe pas à l'état d'hydrates de carbone. Si l'on calcule, d'une part, l'acide carbonique décomposé et, de l'autre, la quantité de glucose formée, on trouve que cette quantité est inférieure à celle qui correspond au carbone fixé; d'autres substances que les hydrates de carbone, de l'albumine probablement, ont donc pris naissance pendant l'assimilation. Cette constatation, faite par l'auteur même, nous semble la meilleure preuve qu'on ne peut mesurer l'intensité de l'assimilation d'après la plus ou moins grande formation d'hydrates, puisque ceux-ci ne sont pas les seules substances qui soient produites.

Ces dernières peuvent ou naître indépendamment du glucose ou provenir de sa transformation immédiate. Ce dernier cas est, à notre avis, le plus probable.

Dans le cours des recherches précédentes, M. Sapoznikoff, renouvelant les expériences de MM. Boehm, Meyer, Laurent, etc., a été incidemment amené à provoquer la formation d'amidon en faisant flotter des feuilles désamidonnées sur une solution de saccharose. On sait, à ce propos, que le saccharose n'est pas le seul corps amenant dans ces conditions la produc-

tion d'amidon, et que le même effet, d'après les expériences des différents auteurs que nous venons de citer, est encore produit par les solutions de glucose, de mannite, de glycérine, etc. L'acide carbonique décomposé par la chlorophylle n'est donc pas la seule source possible des hydrates de carbone formés dans la plante. Certains composés organiques, dans lesquels le carbone est déjà combiné à l'hydrogène et à l'oxygène, peuvent, jusqu'à un certain point, jouer le même rôle.

L'étude de cette production d'amidon dans la plante par certains composés organiques a été de nouveau reprise par M. Hamilton Acton (1) et par M. Nadson (2).

M. Hamilton Acton enlève d'abord l'amidon aux feuilles sur lesquelles il veut expérimenter, en faisant vivre celles-ci quelque temps, non pas à l'obscurité, comme on l'a fait surtout jusqu'alors, mais à la lumière dans une atmosphère privée d'acide carbonique. La plante est ensuite placée dans une solution de la substance dont on veut expérimenter l'effet, au point de vue de la formation d'amidon. Les expériences ont été faites sur des bourgeons et sur des plantes entières; dans ce dernier cas, le composé carboné est fourni à la plante par les racines. Il est à peine besoin d'ajouter que, pendant toute la durée de l'expérience, plantes ou bourgeons restent toujours en communication avec une atmosphère complètement dépouillée de tout acide carbonique.

Des bourgeons d'*Acer Pseudoplatanus*, de *Ranunculus acris*, de *Tilia europæa*, de *Phaseolus vulgaris*, etc., des plantes entières de *Phaseolus multiflorus* et *vulgaris*, de *Cheiranthus Cheiri*, etc., ont été successivement placés dans ces conditions.

L'auteur a ainsi toujours constaté une formation d'amidon quand le composé fourni, soit aux bourgeons, soit aux racines, était du glucose, du saccharose, de la glycérine ou de l'inuline.

Si maintenant on fournit directement aux feuilles de l'amidon soluble, il y a dans ces feuilles apparition d'amidon; ce composé ne prend pas naissance, au contraire, si on fournit l'amidon soluble aux racines. Par contre, si on fait absorber par les racines de l'extrait d'humus naturel, l'amidon se forme, ce qui n'a pas lieu si l'humus est offert directement aux feuilles.

M. Acton n'a jamais pu d'autre part obtenir d'amidon avec l'acroléine, l'alcool allylique, l'aldéhydate d'ammoniaque, la dextrine, le glycogène, l'acide lévulinique, la substance humique artificielle, etc.

D'après tous ces résultats, il n'y aurait donc, en somme, que quelques composés organiques, notamment des hydrates, pouvant ainsi fournir leur carbone aux plantes vertes, à la manière de l'acide carbonique. Et il est à remarquer qu'une substance peut être une source de carbone quand elle est fournie aux feuilles et ne pas l'être quand elle est fournie aux racines et *vice versa*.

(1) Hamilton Acton : *The assimilation of carbon by green plants from certain organic compounds* (Procedings of the royal society, XLVI, 1890).

(2) Nadson : *La formation d'amidon aux dépens des substances organiques dans les cellules vertes des plantes* (Travaux des naturalistes de Saint-Pétersbourg, 1889, en russe. Bot. Cent. 1890, 15).

M. Nadson, qui a fait sur un grand nombre de plantes, et avec des composés variés, des expériences analogues à celles de M. Acton, attire l'attention sur ce fait que toutes les matières qui donnent de l'amidon contiennent les deux radicaux alcool CH^2 OH et CH OH.

Ce dernier auteur fait observer, en outre, que toutes les plantes ne forment pas avec la même facilité l'amidon aux dépens des substances organiques ; les espèces qui présentent la formation la plus rapide sont toujours celles qui normalement sont riches en amidon ; pour les plantes qui, comme le *Dracœna*, ne renferment d'ordinaire pas trace de ce corps, il faut employer, si on veut l'obtenir, des solutions de concentration plus forte, qu'on laisse agir plus longtemps.

Parmi les composés pouvant provoquer l'apparition d'amidon, le saccharose et le dextrose sont, pour M. Nadson, à peu près les seuls qui la provoquent dans tous les cas. La glycérine, la dextrine, le sucre de lait n'agissent que chez un certain nombre d'espèces.

Comme M. Acton, M. Nadson a toujours obtenu des résultats négatifs avec le glycogène. Pour l'inuline il y a au contraire désaccord entre les résultats des deux auteurs. M. Acton considère, en effet, cette substance comme une de celles qui fournissent assez facilement de l'amidon, tandis que M. Nadson la regarde comme complètement sans action. Nous rappellerons que M. Mayer, qui avait antérieurement étudié l'inuline au même point de vue, était arrivé à la même conclusion que M. Acton.

La façon dont le grain d'amidon apparaît dans la cellule à la suite des transformations successives qui ont pour point de départ la fixation du carbone pendant l'assimilation a fait dans ces dernières années le sujet d'opinions contradictoires et de vives discussions. Si la plupart des botanistes admettent avec M. Schimper, M. A. Meyer et d'autres auteurs encore, que les grains d'amidon naissent toujours dans des corpuscules albuminoïdes spéciaux différenciés au sein du protoplasme, en un mot dans des leucites, dont ils seraient un des produits de l'activité, cette théorie n'est toutefois pas unanimement acceptée. M. Belzung en particulier, qui l'a déjà combattue il y a quelques années, se refuse à admettre l'existence des leucites.

Dans aucune des plantes qu'il a étudiées (lupin, pois, fève, haricot), M. Belzung (1) n'a pu, à aucun âge, constater l'existence de cette formation désignée sous le mot de *leucite* et qui, d'après M. Schimper, préexisterait dans l'embryon.

Le protoplasme des cellules des embryons les plus jeunes se compose uniquement, pour M. Belzung, d'un réseau granuleux, dont les mailles sont occupées par le suc cellulaire. C'est dans les mailles de ce réseau que se déposent les grains d'amidon, qui seraient toujours ainsi des formations grandissant exclusivement dans et par le protoplasma.

Une autre conclusion des recherches de M. Belzung, c'est que les grains d'amidon de germination (et même l'amidon de réserve) se métamorpho-

(1) Belzung : *Sur le développement de l'amidon* (Journal de botanique, janv. 1891). — *Nouvelles recherches sur l'origine des grains d'amidon et des grains chlorophylliens* (Ann. des Sc. nat., 7e série, tome XIII).

sent en grains de chlorophylle avec le concours des principes azotés du suc cellulaire.

« Ce dernier résultat, ajoute l'auteur, me semble être en contradiction avec l'idée aujourd'hui en faveur sur le rôle des grains de chlorophylle. Si, en effet, l'amidon, comme cela résulte de mes recherches, est un principe nécessaire à la constitution même de la chlorophylle, il me paraît difficile d'admettre que ce même pigment vert ait précisément pour rôle d'élaborer, par l'assimilation du carbone, les granules amylacés qui se déposent dans les grains de chlorophylle des feuilles adultes. L'apparition de ces granules dans les mailles des corps chlorophylliens (1) me semble plutôt devoir être envisagée, non comme une manifestation plus ou moins directe de l'action assimilatrice de la chlorophylle, mais seulement comme une conséquence de la présence de principes plastiques abondants dans les cellules considérées et indépendamment de toute action propre du pigment vert. »

En résumé, l'amidon doit être envisagé comme source et non comme produit de la chlorophylle. C'est du moins la théorie que soutient, depuis plusieurs années déjà, M. Belzung, et qu'il pense être amené à énoncer une fois de plus. Il importe de préciser, en tous cas, qu'il s'agit uniquement ici de l'amidon qui apparaît, à un moment donné, dans le grain de chlorophylle, car il est incontestable que, d'autre part, ce grain, en fixant le carbone, est, chez la plante verte, la source principale de l'amidon qu'on rencontre dans les autres points de la cellule. Et, en restant placé à ce même point de vue, on pourrait peut-être objecter à M. Belzung que l'amidon même qui se dépose dans le grain de chlorophylle est un produit de la substance verte, en ce sens que les principes plastiques auxquels l'auteur fait allusion et dont l'élaboration amène la formation d'amidon, ont également pour point de départ le carbone fixé par l'assimilation. Ce serait ainsi, il est vrai, un produit très indirect, mais, en réalité, le fait rentrerait dans le cas général, car la production d'amidon n'est jamais immédiate, l'amidon étant toujours le dernier terme de la transformation des hydrates de carbone.

Le tort de M. Belzung est ainsi, à notre avis, non d'envisager l'amidon comme source, mais de refuser de le considérer en même temps comme produit de la chlorophylle. Un de ces faits n'exclut pas l'autre. L'amidon peut, à un moment donné, avec le concours des principes azotés, contribuer à la formation du grain de chlorophylle; il n'en reste pas moins vrai que ce grain à son tour, en fixant le carbone, provoque la formation de nouvel amidon, et que c'est là l'origine, plus ou moins éloignée, aussi bien de l'amidon qui se trouve dans les mailles des corps chlorophylliens que de celui qui se trouve en dehors. L'hypothèse de cette sorte de cycle ne nous semble, en somme, nullement inadmissible.

(1) Au sujet de la structure des grains chlorophylliens, M. Belzung se range à l'avis de MM. Pringsheim et Tschirch et admet l'opinion, aujourd'hui la plus courante, que ces grains sont formés d'un réseau spongieux dans les mailles duquel se trouve localisé le pigment vert.

Pour la structure détaillée de ces grains et les diverses opinions auxquelles elle a successivement donné lieu, nous renvoyons au récent travail de M. Hans Bredow : *Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1890, XXII-3).

Entre les deux théories opposées de MM. Schimper et Belzung sur la formation d'amidon avec ou sans leucite, M. Eberdt (1) apporte une opinion en quelque sorte mixte.

Comme M. Schimper, M. Eberdt admet que l'apparition d'amidon dépend de la présence de corpuscules fortement albuminoïdes, mais tandis que ces corps, d'après M. Schimper, jouent un rôle actif en produisant eux-mêmes la transformation des produits d'assimilation en amidon, ils sont passifs d'après M. Eberdt, et le seul agent actif est alors le protoplasme qui transforme en amidon aussi bien les corpuscules que les produits d'assimilation. Cette divergence d'opinions se trouve indiquée par les noms différents que les deux auteurs donnent aux corpuscules : M. Schimper les appelle « formateurs d'amidon » et M. Eberdt « substance fondamentale de l'amidon ».

Ainsi, d'une part, M. Eberdt admet les leucites comme M. Schimper ; de l'autre, il pense, comme M. Belzung, que c'est le protoplasma de la cellule qui intervient pour opérer la transformation en noyau amylacé et l'élaborer en grain d'amidon. A cet effet, le protoplasma se différencierait tout autour de ce grain en une pellicule qui resterait adhérente, sous forme d'une coiffe, à un des côtés lorsque le grain à la fin de sa croissance l'aurait rompue.

Tandis donc, en outre, que M. Schimper considère comme présents, dès le début, dans la cellule, ces plastides, qu'il distingue en leucoplastides (formateurs d'amidon), chloroplastides (formateurs de grains de chlorophylle), et chromoplastides (corps colorés), M. Eberdt pense qu'ils se forment par différenciation de plasma.

L'opinion de M. Belzung diffère de celle de M. Eberdt en ce que, non seulement M. Belzung ne croit pas au *rôle actif des leucoplastides*, mais que même il nie, dans la plupart des cas, la *réalité de ces formations*.

Il faut bien avouer que, sur ce dernier point, l'opinion de M. Belzung n'est guère acceptée. Comme M. Schimper, et comme M. Eberdt, M. Zimmermann a constaté la présence de leucites ou chromatophores dans les tissus incolores. Il étudie, en particulier, ces corps dans les feuilles panachées (2).

Dans les cellules blanches de ces feuilles, les chromatophores, d'après M. Zimmermann, sont plus répandus même qu'on ne croit généralement, et leur destruction complète n'a lieu, et encore très rarement, que dans les parties absolument incolores.

Les chromatophores blancs se distinguent des chloroplastes ordinaires par leur moindre intensité de coloration; ils sont, en outre, plus petits. Leurs autres caractères sont ceux des chloroplastes ordinaires, auxquels les rattache toute une série de chromatophores à caractères intermédiaires, qu'on peut observer, par exemple, dans l'*Achyrantes Verschaffelti*.

La masse et la coloration des chromatophores blancs paraissent varier avec la quantité de sucre présente dans la cellule. Le panachement serait,

(1) Eberdt : *Beiträge zur Entstehungsgeschichte der Starke* (Jahrbücher für wissenschaft. Botanik, 1890).

(2) Zimmermann : *Ueber die Chromatophoren in panachirten Blättern* (Berichte der deut. bot. Gesellschaft., avril 1890). — L'auteur a résumé toutes ses recherches dans : *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle* (Tübingen, 1890).

par suite, surtout produit par un apport insuffisant d'hydrates de carbone pendant la formation des chromatophores.

M. Zimmermann, confirmant une observation de M. Sapoznikoff, considère les chromatophores comme ayant la propriété de former de l'amidon aux dépens du sucre. On voit que nous revenons ici complètement à la théorie de M. Schimper.

Il est juste, toutefois, d'ajouter que M. Zimmermann, comme aussi M. Sapoznikoff, reconnaît avoir également constaté une formation analogue d'amidon dans le protoplasme, en dehors des chromatophores.

Et cette double observation amène peut-être à envisager sous son vrai point de vue une question qui a tant prêté à la discussion. Le leucite, dont la réalité paraît indiscutable, jouerait dans la formation du grain d'amidon un rôle, mais un rôle qui ne serait pas indispensable, l'amidon pouvant très bien se former, dans des cas déterminés, par la seule action du protoplasme. De là, suivant les plantes ou les cas envisagés, des divergences d'opinions.

Pour notre part, la formation possible d'amidon dans le protoplasme ne nous semble pas douteuse, et ce qui nous étonne, c'est que M. Belzung n'ait jamais paru songer à citer, à l'appui de sa théorie, les expériences de MM. Boehm, Laurent, Acton, Nadson, etc., que nous avons rappelées plus haut. Puisque dans ces expériences il suffit, en somme, d'introduire dans la cellule certaines substances pour provoquer l'apparition d'amidon, le rôle *nécessaire* des leucites devient assez problématique, car il est bien invraisemblable que, dans ce cas, le glucose, par exemple, aille d'abord se réfugier dans les corpuscules albuminoïdes pour y être ensuite transformé. La métamorphose a lieu bien plus probablement alors dans le protoplasma même.

Il faut, il est vrai, pour expliquer cette métamorphose, admettre que le protoplasma peut exercer une action particulière, remplaçant l'activité propre que M. Schimper attribue au leucite. Une telle action n'a rien d'invraisemblable après les résultats obtenus par M. Loew, résultats que nous avons précédemment signalés et qui montrent l'influence spéciale que le protoplasme, à la façon de la mousse de platine, peut exercer dans certaines réactions chimiques.

L'amidon ainsi formé aux dépens du glucose pour servir de substance de réserve se redissout après un temps plus ou moins long, suivant les besoins de la plante ou de l'organe qui le renferme. Si, chimiquement, cette transformation inverse de l'amidon en sucre, sous l'influence d'une diastase, est bien connue, par contre, on n'a jamais suivi de très près, au point de vue en quelque sorte morphologique, la disparition progressive du grain d'amidon dans la cellule. Cette étude vient d'être faite par M. Krabbe (1).

M. Krabbe a suivi en particulier la dissolution des grains d'amidon pendant la germination des graines de Graminées. Dans le *Triticum vulgare*, par exemple, le grain d'amidon a la forme d'une lentille biconvexe ou d'un dis-

(1) Krabbe : *Untersuchungen über das Diastaseferment unter specieller Berücksichtigung seiner Wirkung auf Stärkekorner innerhalb der Pflanze* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, XXI, 4).

que. La corrosion, sous l'influence diastasique, commence sur les bords de ce disque. On voit alors se creuser peu à peu des pores canaliculaires qui, tout en s'élargissant et en devenant elliptiques, s'avancent vers l'intérieur avec une rapidité inégale. A mesure qu'il se creuse, chacun de ces canaux se ramifie, jusqu'à ce qu'enfin le grain se trouve détruit. Il est à remarquer que les parois des canaux ne sont pas droites, mais ondulées, par suite de ce fait que les assises les plus denses résistent davantage à l'influence diastasique et font saillie dans l'intérieur.

Cette dissolution du grain d'amidon par formation de canaux ne se retrouve pas seulement dans les graines d'autres Graminées telles que l'*Hordeum vulgare*, le *Secale cereale*, le *Zea Mays*, on l'observe encore dans les racines de *Rheum Rhaponticum*, de *Polygonum Bistorta* et de *Convolvulus*, dans les rhizomes d'*Adoxa Moschatellina*, dans les bulbes de *Galanthus nivalis* et de *Narcissus poeticus*, et dans les différents organes du *Neottia Nidus-avis ;* elle est donc un cas qui paraît assez général dans le règne végétal. Il y a cependant d'autres modes de dissolution un peu différents.

Chez les Légumineuses, par exemple, la corrosion ne paraît pas aussi complètement centripète, on voit des canalicules se diriger de l'intérieur vers l'extérieur. Mais cette particularité tient simplement à la constitution spéciale du grain d'amidon qui, même intact, offre fréquemment une cavité centrale. Lorsque la diastase, alors, après avoir creusé quelques canalicules, arrive à cette cavité, son action s'exerce à l'intérieur, et la corrosion reprend dans la direction centrifuge. La différence avec le premier cas n'est ainsi qu'apparente ; en fait, la dissolution a également commencé de dehors en dedans. Il en est de même pour les grains d'amidon de la Pomme de terre, du Lys, des Orobanches, etc., chez lesquels, à côté d'une digestion centripète régulière, on observe parfois des corrosions locales suivies de résorptions centrifuges.

Tous ces faits s'accordent pour montrer que le mode de dissolution de l'amidon peut être assez justement comparé au mode de dissolution d'un cristal Le ferment diastasique n'imbibe pas le grain d'amidon, il le corrode sans jamais le pénétrer. M. Krabbe repousse ainsi l'opinion de Baranetzky qui pense que le grain s'imprègne d'abord de la diastase et que la dissolution au contraire commence dans la partie centrale, moins dense que la partie périphérique.

On a quelquefois voulu identifier le ferment diastasique au protoplasme vivant. M. Krabbe pense qu'un tel rapprochement est absolument inadmissible; la diastase a une action tout à fait indépendante de la substance plasmique, et la preuve c'est qu'en présence des mêmes influences extérieures (température, actions chimiques, etc.), protoplasme et ferment se comportent différemment.

On ne peut songer davantage à comparer l'action de la diastase à celle des microorganismes. A quantités égales, un extrait diastasique agit bien plus rapidement qu'un liquide contenant des Bactéries.

La diastase filtre très lentement à travers le parchemin et les filtres à bactéries, et elle ne traverse pas, sauf dans le cas d'une très forte pression, les plaques poreuses d'argile utilisées pour les batteries électriques. Une

certaine pression est de même nécessaire pour que des traces de diastase traversent le bois de Pin. En même temps que ces faits laissent concevoir comment la diastase ne pénètre jamais le grain d'amidon, ils autorisent à ranger le ferment parmi les substances colloïdes. D'après M. Hirschfeld, ce serait une gomme bien plutôt qu'un albuminoïde.

En raison de la difficulté qu'éprouve la diastase à traverser la membrane, M. Krabbe pense que, dans la plante, le ferment est hors d'état de cheminer sous la forme sous laquelle il transforme l'amidon en sucre. Pour que le cheminement soit possible, une transformation chimique préalable serait donc nécessaire, la diastase reprenant ensuite sa forme sur le lieu même de son activité. Mais il paraît plus vraisemblable encore à M. Krabbe de penser que, la plupart du temps, le ferment se produit directement à l'endroit où il doit agir.

(*A suivre.*) HENRI JUMELLE.

Costantin del.

Imp. Ed. Bry. Paris

Nyctalis. (1-7) - Marasmius (8).

A. Magnin del. *Éd. Crété.* *Vitou sc.*

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Développement des téguments de la graine, par M. MARCEL BRANDZA (avec dix planches, Pl. 1 à 10)........... 1

I. Historique........................ 3

II. Graines provenant d'ovules à deux téguments.................. 13, 71, 105

III. Graines provenant d'ovules à un seul tégument...................... 150, 229

IV. Conclusions et résumé............... 231

Étude anatomique d'une ascidie de Chou, par M. WILLIAM RUSSELL (avec six figures dans le texte)........... 33

Porosité des fruits des Cucurbitacées, par M. HENRI DEVAUX (avec figure dans le texte)..................... 49

Recherches anatomiques sur le genre *Carex*, par M. BORDET (avec trois figures dans le texte)............ 57

Nouvel appareil de MM. G. Bonnier et L. Mangin pour l'analyse des gaz. Notice par M. E. AUBERT (avec figure dans le texte et une planche, Pl. 11)............. 97

Une maladie des greffes-boutures, par M. PIERRE VIALA (avec trois figures dans le texte).............. 145

Sur la perforation des tubercules de Pomme de terre par les rhizomes du Chiendent, par M. A. PRUNET (avec deux figures dans le texte)..................... 166

Structure du protoplasma vivant, par M. V. FAYOD (avec une planche en couleur, Pl. 14)............... 193

Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes, par M. HENRI JUMELLE..... 241, 293

Note sur l'influence du drainage et de la chaux sur la végétation spontanée dans le département de la Mayenne, par M. LUCIEN DANIEL......................... 249

Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses, par M. EUGÈNE BASTIT (avec 23 figures dans le texte et deux planches, Pl. 12, 13)...... 255

I. Recherches anatomiques 257, 306, 341
II. Recherches physiologiques . . . 372, 406, 462, 521
Les plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota, par M. CONWAY MACMILIAN (avec une planche, Pl. 15) 289
Étude anatomique d'une ascidie épiphylle du Chou, par M. WILLIAM RUSSELL (avec deux figures dans le texte) . . 337
Une nouvelle maladie des raisins (*Aureobasidium Vitis* sp. n.), par MM. PIERRE VIALA et G. BOYER (avec une planche, Pl. 16) 369
Les Champignons parasites du Criquet pèlerin, par M. L. TRABUT (avec une planche, Pl. 17) 401
Révision des espèces du genre *Riella* et description d'une espèce nouvelle, par M. L. TRABUT (avec une planche, Pl. 18). 449
Sur les racines napiformes transitoires des Monocotylédones, par M. LUCIEN DANIEL 445
Étude sur la culture des Basidiomycètes, par M. J. COSTANTIN (avec une planche, Pl. 19) 497
Sur la distribution géographique du *Cyclamen europæum* dans le massif du Jura par M. A. MAGNIN (avec une planche, Pl. 20) 513

TABLE DES REVUES

DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Revue des travaux sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France publiés en 1888 et 1889, par M. A. Masclef (suite). 43, 85, 135, 189

Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1889 et 1890, par M. J. Costantin (avec 17 figures dans le texte) 127

I. Basidiomycètes. 127

II. Urédinées 176

III. Ustilaginées 181

IV. Ascomycètes. 183, 272

V. Oomycètes. 277

VI. Myxomycètes 283

VII. Champignons imparfaitement connus. 283

VIII. Maladies parasitaires. 317

Revue des travaux de physiologie et chimie végétales parus d'avril 1890 à juin 1891, par M. Henri Jumelle. . 326

I. Physiologie végétale 326, 361, 389, 437

II. Chimie végétale. 438, 534

Revue des travaux relatifs aux méthodes de technique publiés en 1889, 1890 et jusqu'en avril 1891, par M. L. Dufour (avec 3 figures dans le texte). 427

I. Méthodes de conservation et de culture 427

II. Manière de traiter les coupes 429

III. Microscopie. 488

IV. Photographie. 491

V. Variétés. 492, 531

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME TROISIÈME

Planche 1. Légumineuses, Joncées, Aroïdées.
— 2. Iridées, Liliacées.
— 3. Violariées, Résédacées, Cistinées.
— 4. Cistinées, Capparidées, Passiflorées.
— 5. Berbéridées, Géraniées, Papavéracées.
— 6. Papavéracées, Portulacées, Hypéricinées, Fumariacées.
— 7. Crucifères, Ampélidées, Malvacées.
— 8. Malvacées, Tiliacées, Sterculiacées, Lythrariées.
— 9. Lythrariées, Aristolochiées, Magnoliacées, Caprifoliacées.
— 10. Polémoniacées, Balsaminées, Plantaginées, Linées, Rhamnées, Composées.
— 11. Appareil à analyses de MM. G. Bonnier et L. Mangin.
— 12. Tige des Mousses.
— 13. Feuille des Mousses.
— 14. Structure du protoplasma (Planche en couleur).
— 15. Carte de l'Amérique du Nord montrant l'immigration des plantes dans la vallée du Minnesota.
— 16. *Aureobasidium Vitis.*
— 17. Champignons parasites des Acridiens.
— 18. *Riella.*
— 19. *Nyctalis*, *Marasmius*.
— 20. Carte de la distribution du *Cyclamen europæum* dans le massif du Jura et carte de la distribution des Cyclamens en Europe.

TABLE DES ARTICLES ET DES REVUES

PAR NOMS D'AUTEURS

AUBERT (E.). Nouvel appareil de MM. G. Bonnier et L. Mangin pour l'analyse des gaz. 97

BASTIT (E.). Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses. 255, 306, 341, 372, ... 406, 462, 521

BORDET. Recherches anatomiques sur le genre *Carex* . . . 57

BOYER (Voyez VIALA).

BRANDZA (M.). Développement des téguments de la graine. 1, 71, 105, 150, 229

COSTANTIN (J.). Étude sur la culture des Basidiomycètes. . . 497

— Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1889 et 1890 . . . . 127, 176, 272, 317

DANIEL (L.). Note sur l'influence du drainage et de la chaux sur la végétation spontanée daus le département de la Mayenne. 249

— Sur les racines napiformes transitoires des Monocotylédones 455

DEVAUX (H.). Porosité des fruits des Cucurbitacées 49

DUFOUR (L.). Revue des travaux relatifs aux méthodes de technique publiés en 1888, 1890 et jusqu'en avril 1891. . . . . 427, 488, 531

FAYOD (V.). Structure du protoplasma vivant. 193

JUMELLE (H.). Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. 241, 293

— Revue des travaux de physiologie et chimie végétales parus d'avril 1890 à juin 1891. . . . 326, 361, 389, 437, 534

MACMILIAN (CONWAY). Les plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota 289

MAGNIN (A.). Sur la distribution du *Cyclamen europæum* dans le massif du Jura. 513

MASCLEF (A.). Revue des travaux sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France publiés en 1888 et 1889. . . . . . . 43, 85, 135, 189,
PRUNET (A.). Sur la perforation des tubercules de Pomme de terre par les rhizomes du Chiendent. 166
RUSSEL (W.). Étude anatomique d'une acidie de Chou. . . 33
— Étude anatomique d'une acidie épiphylle du Chou. 337
TRABUT (L.). Révision des espèces du genre *Riella* et description d'une espèce nouvelle 449
— Les Champignons parasites du Criquet pèlerin. . . . 401
VIALA (P.). Une maladie des greffes-boutures 145
— et BOYER (G.). Une maladie nouvelle des raisins (*Aureobasidium Vitis* sp. n.) 369

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS D'AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS LES REVUES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS[1]

Explication des signes : (*c*) Revue des travaux sur les Champignons; (*fr*) Revue des travaux sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France; (*ph*) Revue des travaux de physiologie et de chimie végétales; (*t*) Revue de Technique.

A

Abbe (*t*)........ 488
Acqua (*ph*)........ 535
Adametz (*c*)........ 276
Alberti (*ph*)........ 535
Allescher (*c*)........ 279
Amann (*c*)........ 288
Apathy (*t*)........ 431
Arvet-Trouvet (*fr*)........ 138
Askenasy (*ph*)........ 326
Atkinson (*c*)........ 288

B

Baccarini (*c*)........ 283
Baichère (*fr*)........ 45
Balbiani (*c*)........ 285
Ballé (*fr*)........ 192
Barclay (*c*)........ 179, 180
Bastit (*t*)........ 432
Bäumler (*c*)........ 188
Beauvisage (*fr*)........ 47
Beck (*c*)........ 130, 133
Beijerinck (*c*)........ 323
Bel (*c*)........ 318
Belzung (*ph*)........ 543, 544
Berlese (*c*).. 187, 277, 286, 318, 321
Berlese et Bresadola (*c*)........ 287
Beyerinck (*ph*)........ 443
Blanchard (*c*)........ 285
Blass (*ph*)........ 365
Bœhm (*ph*)........ 363
Bokorny (*ph*)........ 364
Bonnier (Gaston) (*c*)........ 272
— (*ph*)........ 397
Bornet et Flahault (*c*)........ 280
Boudier (*c*)........ 187
Boulay (*fr*)........ 47
Boullu (*fr*)........ 88, 90
Bouvet (*fr*)........ 85
Brefeld (*c*)........ 182
Bresadola et Berlese (*c*)........ 287
Briard (*c*)........ 284
Briosi et Cavara (*c*)........ 324
Briquet (*fr*)........ 142
Bruyas (*fr*)........ 137
Burril (*c*)........ 322
Butschli (*ph*)........ 329

C

Callay (*fr*)........ 142
Camus (*fr*)........ 43, 135, 142, 190

Cavara (*c*) 318
— et Briosi (*c*) 324
Chastaingt (*fr*) 90
Chauveaud (*t*) 493
Chmieleskij (*c*) 278
Clavaud (*fr*) 46, 191
Clos (*fr*) 141, 143
Cohn (*ph*) 395
Comes (*c*) 322
Cooke (*c*) 130, 275
— et Massee (*c*) .. 186, 283, 288
Copineau (*fr*) 46, 94
Costantin (*c*) 187, 188, 286, 288
— et Rolland (*c*) 287
Councler (*ph*) 334
Crépin (*fr*) 86, 89
Cunningham (*c*) 177, 183
Czapsky (*t*) 488

D

Dangeard (*c*) 278, 282, 283
Debeaux (*fr*) 90
De l'Écluse (*c*) 318
Delacroix (*c*) 284, 288
— et Prillieux (*c*). 188, 318, 320
321, 322
Detmer (*ph*) 396
Devaux (*ph*) 393
Dietel (*c*) 176, 179, 180, 181
Doumet-Adanson (*fr*) 192
Dudley (*c*) 321
Dufour (*c*) 129

E

Eberdt (*ph*) 545
Eckstein (*c*) 286
Elfving (*ph*) 362, 397
Elles et Everhart (*c*) .. 130, 284, 288
Ellis et Calloway (*c*) 284
Erikson (*c*) 287
Errera (*t*) 435
Everhart et Elles (*c*) ... 130, 284, 288

F

Faris (*t*) 435
Farlow (*c*) 278
Fayod (*c*) 127, 130
— (*ph*) 330
— (*t*) 427, 491
Fischer (*c*) 131, 133, 183, 274
— (*ph*) 400, 539
Flahault et Bornet (*c*) 280
Fliche (*fr*) 190
Foucaud (*fr*) 91, 137
Frank (*c*) 319
— (*ph*) 439
— et Otto (*ph*) 443

G

Galissier (*fr*) 144
Galloway (*c*) 324
— et Ellis (*c*) 284
Genty (*fr*) 135, 141, 143
Gérard (*fr*) 137
Giard (*c*) 280, 285
— (*fr*) 43, 45, 136
Giltay (*t*) 531
Giraudias (*fr*) 43, 46, 143
Gobi (*c*) 280, 282
Godlewski (*ph*) 327
Gravis (*t*) 435
Guillon (*fr*) 43

H

Hackenberg (*ph*) 392
Halsted (*c*) 183, 278
Hamilton Acton (*ph*) 542
Hansen (*c*) 276
Hariot et Karsten (*c*) 284
Harmand (*fr*) 47
Hartig (*c*) 179, 319, 320, 324
Hartog (*c*) 279, 282
Hary (*c*) 287
Harz (*c*) 131
Heimerl (*c*) 275

Heller (*c*)........ 288
Hérail et Bonnet (*t*)........ 532
Hervier (*fr*)........ 140
Hesse (*c*)........ 133, 184
Hisenger (*c*)........ 282
Hofer (*ph*)........ 328

J

Jumelle (*ph*).... 368, 390, 391, 392

K

Karsten (*c*)........ 130, 284
Keller (Mme Ida) (*ph*)........ 334
Kellermann et Swingle (*c*). 182, 284, 322
Klebahn (*c*)........ 178
Klercker (de) (*t*)........ 495
Kienitz-Gerloff (*ph*)........ 322
Kingo Miyabe (*c*)........ 187
Kirchner (*c*)........ 324
Kissling (*c*)........ 325
Kitasato (*c*)........ 288
Koch (*ph*)........ 444
— (*t*)........ 429
Kohl (*ph*)........ 334, 537
Krabbe (*ph*)........ 546
Krassilstschik (*c*)........ 286
Kraus (*ph*)........ 438
Kreusler (*ph*)........ 396
Kuhn (*c*)........ 323

L

Lachmann (*fr*)........ 192
Lagerheim (de) (*c*). 177, 179, 180, 183, 279, 281, 318
Laurent (*c*)........ 285
— (*ph*)........ 439
— et Schlœsing (fils) (*ph*)... 444
Leclerc du Sablon (*ph*)........ 437
Lindau (*c*)........ 273
— (*t*)........ 489
Lindt (*c*)........ 186
Linnossier et Roux (*c*)........ 285
Lister (*c*)........ 283
Lœffler (*t*)........ 434
Lœw (*ph*)........ 445
Loret (*fr*)........ 95
Lüdke (*t*)........ 436
Ludwig (*c*)........ 180, 288
Luizet (*fr*)........ 191

M

Magnier (*fr*)........ 135
Magnin (*c*)........ 181
— (*fr*)........ 43, 140
Magnus (*c*). 131, 179, 184, 276, 278, 321
Mailho (*fr*)........ 141
Malassez (*t*)........ 489
Malbranche et Niel (*c*)........ 188
Malinvaud (*fr*)........ 44
Malvezin (*fr*)........ 90
Mangin (*c*)........ 317
— (*t*)........ 435
Marçais et Timbal-Lagrave (*fr*). 93, 140, 142, 191
Marchal (*c*)........ 186
Martelli (*c*)........ 274, 288
Martin (*fr*)........ 137
Masclef (*fr*)........ 92, 140
Massalongo (*c*)........ 276, 283, 288
Massee (*c*)........ 133, 186, 283
— et Cooke (*t*)... 186, 283, 288
Mattirolo (*c*)........ 186, 287
Mäule (*c*)........ 274
Mayr (*c*)........ 180
Ménager (*fr*)........ 136
Ménier (*c*)........ 129
Mer (*c*)........ 319
Meyer (*c*)........ 288
Miégeville (*fr*)........ 190
Miethe (*t*)........ 492
Migula (*t*)........ 428
Miliakaris (*c*)........ 287
Millardet (*c*)........ 318
Möller (*c*)........ 287
Monteverde (*ph*)........ 536
Moutin (*fr*)........ 90
Mouton (*c*)........ 275

N

Nadson (*ph*)................ 542
Nawaschin (*c*)............ 178, 183
Niel et Malbranche (*c*)........ 188
Noack (*c*).................... 132
Nyman (*fr*)............... 45, 136

O

Olivier (*fr*).................. 47
Otto et Frank (*ph*)............ 443
Oudemans (*c*)................. 284
Overton (*t*)............. 427, 428
Ozanon (*fr*).................. 90

P

Palla (*ph*)................... 328
Palladine (*ph*)........... 366, 397
Passerini (*c*)................ 284
Patouillard (*c*). 127, 130, 132, 179, 186
Pfeffer (*ph*)................. 361
— (*t*)........................ 495
Philips (*c*).................. 275
Pierrat (*fr*)................. 90
Pirotta (*c*).................. 188
Plowright (*c*)................ 176
Poirault (*c*)................. 181
Prazmowsky (*ph*).............. 443
Prillieux (*c*)......... 131, 318, 321
Prillieux et Delacroix (*c*). 188, 318
320, 321, 322

R

Raimann (*c*).................. 320
Raunkiær (*c*)................. 283
Reinsch (*t*).................. 490
Richards (*c*)................. 181
Richon (*c*)................... 185
Ritzema Bos (*c*).............. 323
Rolland (*c*).................. 288
— et Costantin (*c*)........ 287
Rostrup (*c*). 176, 178, 182, 288, 324
Rothert (*c*).................. 279
Roumeguère (*c*).......... 284, 320
Roux et Linossier (*c*)......... 285
Rouy (*fr*).... 43, 45, 46, 91, 94, 191
Roze (*fr*).................... 192

S

Saccardo (*c*)................. 277
— (*t*)........................ 533
Sadebeck (*c*)................. 275
Saint-Lager (*fr*)............. 189
Sapoznikoff (*ph*)............. 540
Schimper (*ph*)................ 446
Schnabl (*c*).................. 131
Schlœsing (fils) et Laurent (*ph*). 444
Schrœter (*c*)................. 134
Serno (*ph*)................... 445
Seynes (de) (*c*).............. 131
Siebmann (*c*)................. 186
Smith (*c*).................... 319
Smorawski (*c*)................ 277
Solms-Laubach (*c*)............ 183
Soppitt (*c*).................. 177
Sorauer (*c*).................. 319
Sorokin (*c*)..... 183, 276, 280, 281
Stange (*c*)................... 279
Stapf (*c*).................... 284
Starbäck (*c*)................. 187
Sternberg (*t*)................ 492
Stich (*ph*)................... 394
Strasser (*t*)................. 430
Sturgis (*c*).................. 274
Swingle (*c*).................. 278
— et Kellermann (*c*). 182, 284, 322

T

Thaxter (*c*)...... 178, 277, 278, 324
Timbal-Lagrave et Marçais (*fr*). 93
140, 142, 191
Toni (de) (*c*)................ 183
Trabut (*c*)................... 322
Trail (*c*).................... 279
Trembmann (*t*)................ 434

V

Van Bambeke (*c*)............. 132
Van Heurck (*t*)............... 488
Verschaffelt (E.) (*ph*).......... 362
— (E. et J.) (*ph*).......... 390
Viala (*c*).................... 184
Viviand-Morel (*fr*)............ 192
Vöchting (*ph*)............ 390, 438
Voglino (*c*).................. 129
Von Thümen (*c*).......... 319, 322
Vries (de) (*t*)................. 427
Vuillemin (*c*)............. 320, 322

W

Wager (*c*).................... 278
Wahrlich (*c*).................. 281
Wakker (*c*)................... 322
Wiesner (*ph*)............. 389, 437
Wingate (*c*).................. 283
Wright (*c*)................... 132

Z

Zacharias (*ph*)................ 328
Zeiss (*t*)..................... 488
Ziliakow (*c*).................. 283
Zimmermann (*ph*)............ 545
— (*t*)...................... 432
Zopf (*c*)............. 276, 281, 325
Zukal (*c*)....... 184, 188, 281, 274

5479-91. — Corbeil. Imprimerie Crété.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois, et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie des Sciences naturelles, **Paul Klincksieck**, 52, rue des Écoles, **Paris**.

TRAITÉ DE LA CULTURE DU POMMIER

ET DE LA

FABRICATION DU CIDRE

Par G. POWER

Ingénieur des Arts et Manufactures
Membre de plusieurs Sociétés pomologiques, agricoles et horticoles.

Ouvrage gr. in-8, publié en trois parties pouvant être achetées séparément.

Vol. I. partie I : *CULTURE DU POMMIER A CIDRE*, 172 pages, avec 31 fig. dans le texte. Prix................ **3 fr. 50**

— — II : *FABRICATION DU CIDRE*, 256 pages, avec 30 fig. dans le texte. Prix...................... **5 fr. 00**

Vol. II ou partie III : *MONOGRAPHIE DES MEILLEURES VARIÉTÉS DE FRUITS A CIDRE*, publiée en 12 livraisons contenant chacune : 16 pages de texte, 3 planches noires en héliogravure et 1 planche en couleurs. Plus une 13ᵉ livraison, sans planches, contenant 32 pages de texte. Prix de chaque livraison......... **1 fr. 50**

Les sept premières livraisons sont en vente, les six dernières paraîtront en 1892.

LIBRAIRIE ALBERT SCHULZ

4, Rue de la Sorbonne, PARIS

Vient de paraître :

NOUVELLE

CORRESPONDANCE BOTANIQUE

LISTE DES BOTANISTES DE TOUS LES PAYS

ET DES

ETABLISSEMENTS, SOCIÉTÉS ET JOURNAUX DE BOTANIQUE

PUBLIÉE PAR

DES BOTANISTES

In-8° (186 pages). Prix : Francs **7**. — Franco

Corbeil. Imprimerie Crété.